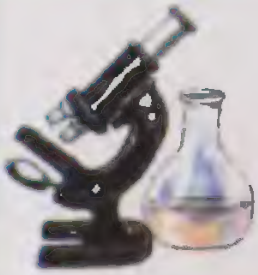
VISIT…



ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Я ПОЗНАЮ МИР

УДК 087.5:5
ББК 20я2
Я11

Автор *Д. С. Щигель*
Художник *А. А. Румянцев*
Иллюстрации на обложке *Ю. А. Станишевского*

Компьютерный дизайн обложки *Ю. А. Хаджи*

Я познаю мир: Естествознание: Дет. энцикл. /
Я11 **Д. С. Щигель; Худож. А. А. Румянцев. — М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003.— 398, [2] с.: ил.**

ISBN 5-17-016242-1 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 5-271-05198-6 (ООО «Издательство Астрель»)

Очередной том популярной детской энциклопедии посвящен естествознанию.

Об устройстве Вселенной и нашей Земле, явлениях природы и животном мире, о простом и сложном доступно и увлекательно рассказывает автор.

Книга снабжена предметно-именным указателем.

УДК 087.5:5
ББК 20я2

Подписано в печать 10.09.2002 г. Формат 84 × 108 $^{1}/_{32}$.
Усл. п. л. 21,00. Тираж 20 000 экз. Заказ № 2943

Общероссийский классификатор продукции
ОК-005-93, том 2; 953005 — литература учебная

Санитарно-эпидемиологическое заключение
№ 77.99.11.953.П.002870.10.01 от 25.10.2001 г.

ISBN 5-17-016242-1 (ООО «Издательство АСТ»)
ISBN 5-271-05198-6 (ООО «Издательство Астрель»)

© ООО «Издательство Астрель», 2002

ПРЕДИСЛОВИЕ

Несколько метров отделяют тебя от наружной стены дома, а дальше — улица, твой город. Несколько километров отделяют тебя от границы города, а дальше начинаются леса, луга и поля. Если все время идти вперед, то выйдешь к морю, горам, реке. С тех пор как человек взялся изменять мир, он достиг многого, но многое осталось неизменным — это мир, который был бы таким же удивительным и без нас.

Каждому человеку что-то интересно. Как только мы появились на свет, мы начали исследовать мир, в котором оказались. Каждый день мы видим что-то новое. Человек, где бы он ни жил, окружен множеством вещей и явлений. Мы открываем глаза и видим множество предметов, в лесу нас окружают деревья, кусты, травы. На растениях, в почве, в воздухе мы видим множество насекомых, которые поедают эти растения и опыляют цветы, за ними охотятся птицы, вьющие гнезда высоко в кронах деревьев или дуплах, к ночи выходят звери, днем мы видим воду, облака, солнце, мы видим друг друга, одежду, которую кто-то

сшил, страницу и текст на ней, мы видим дома, машины, дороги.

Исследователь, передвигающийся по полу дома в ползунках, исследует мир для себя. Когда он становится старше и может сам исследовать ложкой содержимое тарелки или лопаткой — соседей по песочнице, он замечает много вещей. Чем старше становится человек, тем более привычным для него кажется мир. Ванная, в который он чистит зубы, всего лишь комната, где можно открыть кран с водой, и найти мыло и полотенце, а не фантастическое помещение, где много сверкающих ручек и странных звуков. Несколько сотен раз человек проезжает по одной и той же линии метро, торопясь на работу, и таинственный подземный поезд превратился для него в самый обычной способ передвижения по городу.

Есть люди, для которых детское любопытство становится профессией, и они называют свои занятия наукой. Множество открытий, изменивших жизнь людей, было совершено и совершается людьми, для которых мир — это место поиска нового. Человек за тысячелетия своей деятельности на Земле успел сделать и придумать очень много. Предметы и явления, которые нас окружают, или созданы людьми, как книги, слова, одежда, компьютеры, картины, или являются частью природы — например, растения, звезды, молекулы, моря. Все, что было бы на Земле и без участия человека, то есть природу, изучают **естественные**

науки, а все, что мы успели понять в природе, называется естествознанием. Итак, естествознание — это наука о природе, о мире, который нас окружает. В это понятие входит биология, физика, химия, астрономия и другие науки.

Естествознание объединяет все, что человек знает о Солнечной системе и космосе, о том, что происходит на поверхности Земли и в ее недрах, в воздухе, о жизни растений, животных и человека, о том, как устроены моря, океаны, реки и озера.

Естествознание развивалось благодаря любопытству людей и практической необходимости лучше разбираться в жизни растений, животных, свойствах погоды, и расположении звезд для того, чтобы лучше жить.

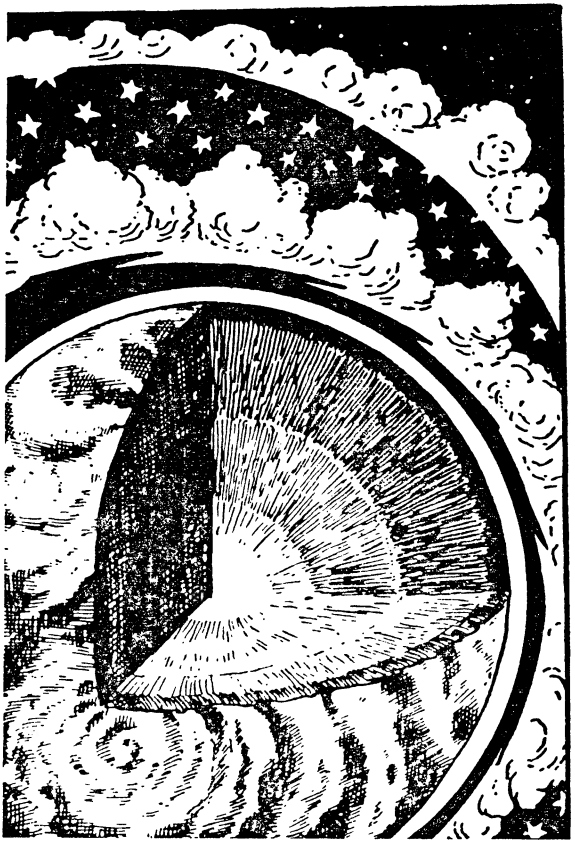
К несчастью, большая часть того, что нам приходится изучать, воспринимается как досадное недоразумение, не имеющее никакого отношения к тому, что происходит в твоей жизни.

Тем не менее именно благодаря естественным наукам ты можешь ударить по мячу под таким углом, чтобы он улетел как можно дальше — нужно лишь провести несложные физические расчеты. Когда ты рассечешь руку стеклом, ты будешь знать, при условии, что не спал на уроках биологии, где пережать руку, чтобы остановить кровь. На любом уроке, посвященном естественным наукам, ты сумеешь найти для себя полезные сведения. Это не

пропаганда учебы в школе. Это призыв думать головой и заставить то, что всегда считал скучным, работать на себя.

Люди прошлого находились на первый взгляд в лучшем положении. Они делали что хотели, но именно поэтому они были вынуждены начать изучать мир вокруг себя. Охота требовала знания жизни животных, земледелие — свойств почвы и растений. Грозовые молнии, вызывающие пожары, открыли человеку огонь и все достоинства его использования. Первооткрыватели новых свойств природы передавали знания своим потомкам, и эти сведения становились все более обширными, плавно перейдя из объяснений у охотничьего костра в университетские лекции. Суть осталась той же, только древний человек учился лучше — от этого зависела его жизнь.

ПРИРОДА



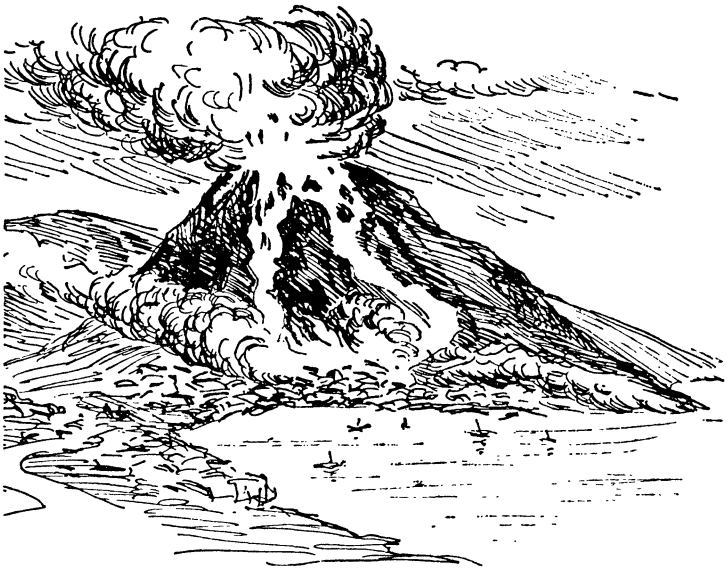
ЧТО ТАКОЕ ПРИРОДА?

Это слово употребляется достаточно часто, и интуитивно его смысл ясен. Если попытаться определить его точно, то окажется, что **природа** — это все, что нас окружает, исключая то, что мы создали. Солнце, камни, вода, воздух, птицы, бабочки, растения — все это части природы. Мы говорим о частях природы, но на самом деле ни одна из этих частей не может существовать отдельно. В природе все связано со всем и при этом постоянно изменяется.

На языке естественных наук объекты, перечисленные в предыдущем абзаце, следовало бы назвать телами. Чем более живыми вещами занимается наука, тем обычно более сухие термины используются в ее языке. Все тела состоят из веществ, утверждает наука. Это означает всего лишь, что лужа сделана из воды, а глина содержит алюминий и другие химические элементы.

Все, что происходит в природе, называется **явлением**. «И я иду, и снег идет» — вот точное определение явления, данное Винни-Пухом. Восход и закат, извержение вулкана, рождение теленка, гроза и шторм, созревание яблока — вот несколько природных явлений. Иногда явление бывает очень непродолжительным, как вспышка молнии, или может занимать несколько дней, как, например, таяние снегов или осеннее уменьшение длины светлой части дня.

Некоторые из происшествий в природе случаются только в определенное время года.



Извержение вулкана — это природное явление

Снег тает весной, а выпадает зимой, плоды созревают осенью, тогда же опадают листья и вянут травы, птицы улетают на юг, а медведь залезает в берлогу.

Сезонные явления — довольно важная часть жизни человека. Если удается предсказать их наступление, можно избежать многих проблем. Например, очень важно знать заранее наступление весеннего половодья, приближение урагана или туч с градом, начало землетрясения. Часто от точности таких прогнозов зависит жизнь многих людей.

То, что кажется нам простым и понятным, выработалось в течение довольно долгого времени. Прошли века, прежде чем люди стали

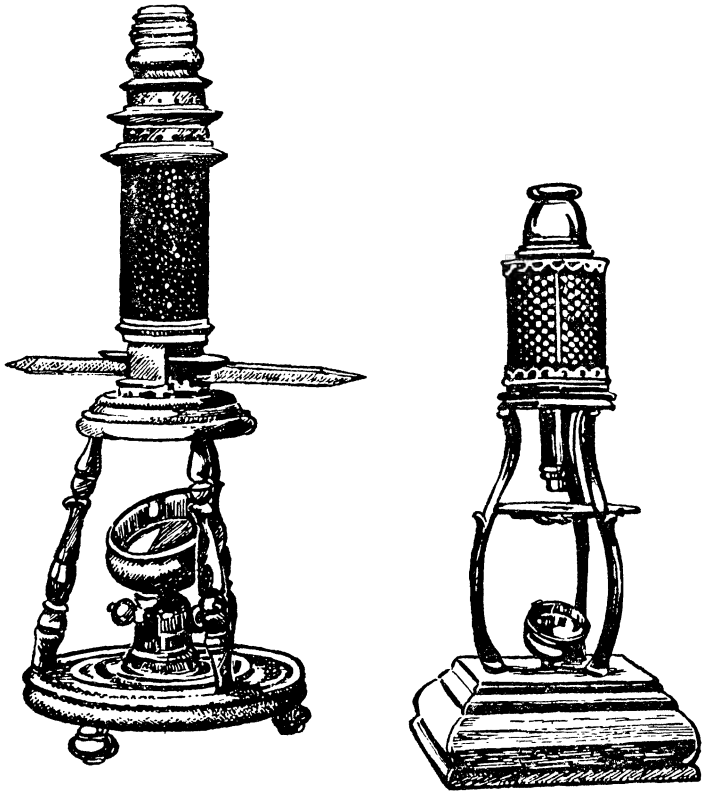
задумываться о том, из чего состоят и как устроены предметы. Этот переворот в головах людей открыл пути для бурного развития науки, но и привел к тому, что хорошо описывается поговоркой «за деревьями леса не видно». Разум заменил чувства и стал основным инструментом познания окружающего мира.

Природа существует сама по себе и, вероятно, существовала бы еще лучше, если бы один вид не принялся ее изменять из всех своих сил, получая от нее воздух, воду, пищу, топливо, лекарства, материал для постройки жилищ — словом, все что считает нужным получить. Как правило, он особенно не задумывается о том, как это отражается на жизни миллионов других видов, не столь бесцеремонных, как Человек Разумный.

ИНСТРУМЕНТЫ ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЯ

Наблюдения позволяют спланировать многие дела. Довольно важным в разных областях человеческой жизни является прогноз погоды. Сегодня можно получить прогноз погоды практически для любой точки планеты благодаря сети спутников и компьютеров.

Для того чтобы изучить какое-то отдельное явление или получить ответ на какой-то вопрос, ставят опыт, или, другими словами, эксперимент.



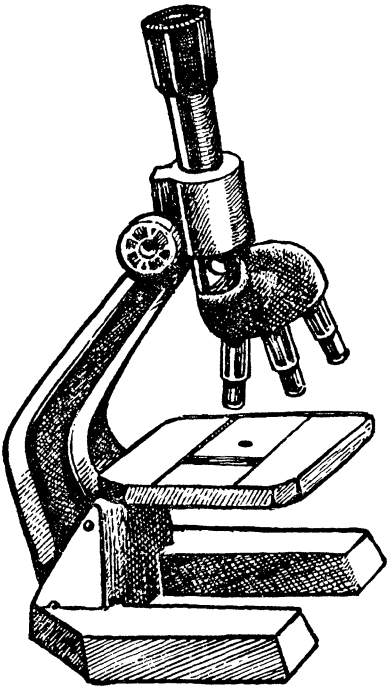
Старинные микроскопы

Как во время опытов, так и во время наблюдений приходится делать много измерений.

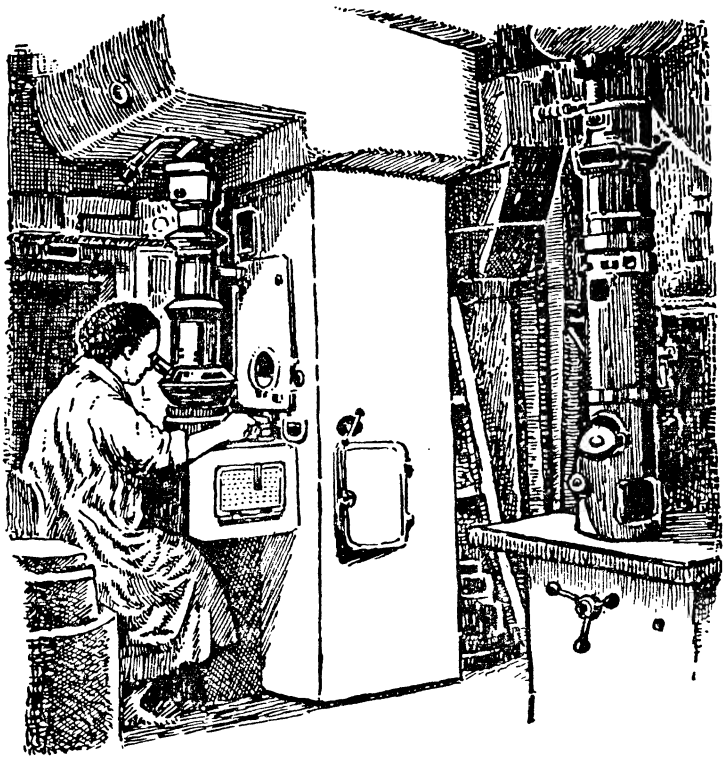
Инструменты для изучения природы могут быть очень сложными или очень простыми. Линейку используют в самых разных исследованиях, так же как и часы. Во времена, когда не было механических или электронных часов, пользовались песочными или солнечными.

Все, что кажется привычным и может быть найдено в каждом доме, на самом деле — **приборы** естествоиспытателя, например, весы, термометр.

Для того чтобы рассматривать очень маленькие детали или очень далекие предметы, нужны оптические приборы. Микроскоп, телескоп, бинокль — оптические приборы. Первые микроскопы обеспечивали увеличение в 200 раз. Современные электронные микроскопы дают удивительные изображение с увеличением в сотни тысяч раз.



Современный оптический микроскоп



Электронный микроскоп

Приборы могут измерять практически все: скорость оседания снега, скорость ветра, глубину рек и морей, с их помощью изучают морское дно и атмосферу. Некоторые приборы запускают в космос. Все эти приспособления позволяют вести наблюдения, и исследователю не обязательно находиться в этот момент в месте, где разворачиваются события. Приборы помогают собрать гораздо больше информации и не подвергать опасности жизнь исследователя.

КАК УСТРОЕНА ЗЕМЛЯ?

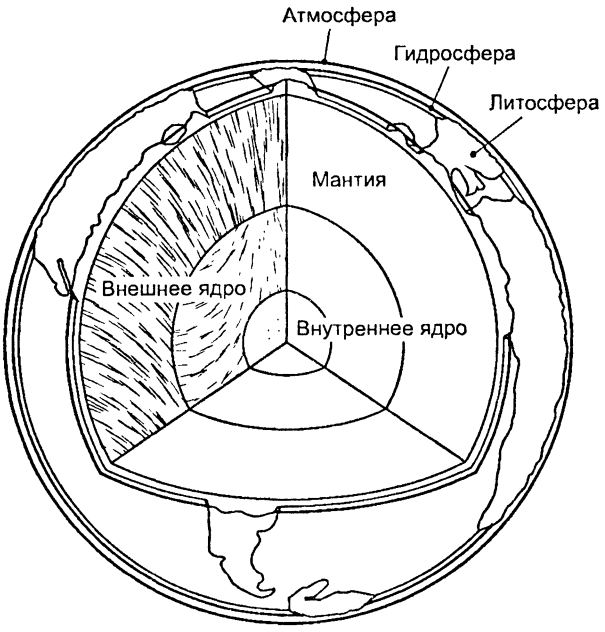
Над равнинами и горами, над океаном располагается огромный воздушный океан. Воздушная оболочка Земли называется **атмосферой**. Атмосфера — слой газа, окружающий планету. Атмосфера Земли состоит в основном из азота и кислорода, но атмосферы разных планет отличаются по составу. В Солнечной системе лишь атмосфера Земли пригодна для дыхания.

Воздух, окружающий Землю, постоянно двигается и изменяется, а вслед за ним изменяется и погода. От состояния атмосферы зависит, пойдет ли снег или дождь, будет туман или ясно, тепло или холодно.

Большая часть Земли покрыта водой. Вода надета на земной шар как толстое, мокрое пальто — эта оболочка называет гидросферой. Вся вода в природе составляет **гидросферу**: и моря, и океаны, и реки, и озера.

Твердая часть земной поверхности тоже может считаться отдельной оболочкой, ее называют **литосферой**. Вообще границы между всеми оболочками условны, мы говорим о них потому, что так удобнее воспринимать все, что происходит на планете в целом.

Все живые существа Земли могут считаться членами **биосферы**, то есть живой оболочки. Жизнь есть и в нижней части воздушного океана — атмосферы, и в воде (гидросфере) и почве (литосфере).



Геосферы Земли

Довольно неплохо все эти оболочки видны на фотографии Земли, сделанной из космоса. Атмосфера видна как легкая оболочка, темными выглядят океаны, а светлыми — континенты.

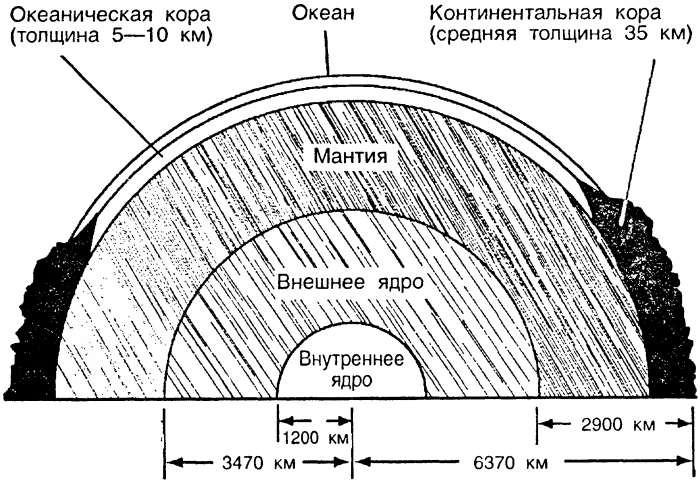
Что находится внутри Земли? Этот вопрос мучает любопытных, которым жизнь не в радость без сложных вопросов и малоубедительных ответов. **Полезные ископаемые** — лишь часть огромных недр планеты. Какие-то таинственные процессы и неизвестные явления происходят глубоко внутри Земли, проявляясь на поверхности с колоссальной силой в виде извержения вулканов и землетрясений.

Идея добраться до центра Земли привлекает людей давно. Скважина, доходящая до центра Земли, вероятно, помогла бы разрешить многие неясные моменты в строении нашей планеты, но, к сожалению, ее невозможно сделать.

Человек смог пробиться в толщу земной коры на глубину чуть более 15 километров.

Расчеты показали, что расстояние от центра до поверхности Земли (ее радиус) составляет 6370 километров, а длина экватора — 40 000 километров.

По мере продвижения к центру Земли температура возрастает примерно на 3°С на каждые 100 метров. Через 40 километров температура превышает 1000°С, и многие **горные породы** становятся жидкими, плавятся.



Строение Земли

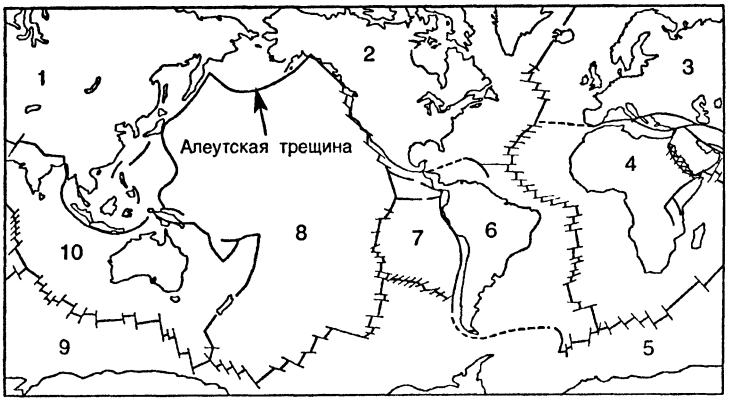
Вулканы убедили людей в том, что недра Земли не только разогреты, но и расплавлены. Строение Земли удается изучать при помощи специальных взрывов. В зависимости от того, через какие породы распространяется взрывная волна, можно построить примерную картину земной коры. Чем более плотная порода, тем больше скорость распространения взрывной волны.

Строение земного шара включает **земную кору**, по которой мы передвигаемся, **мантию** и **ядро**. Ядро — самая горячая часть Земли. Его температура достигает 5000 °С.

Поверхность Земли неровная. Впадины заполнены водой, образующей океаны, моря, озера и реки, возвышенности заняты растительным покровом, и лишь самые высокие горы, покрытые снегом и льдом, лишены следов жизни, если не считать альпинистов. Сушу нашей планеты принято делить на шесть **материков**, или **континентов**, — Евразию, Африку, Австралию, Северную Америку, Южную Америку и Антарктиду.

Считается, что Земля начала разогреваться уже после того, как образовалась. Сила тяжести привела к тому, что более тяжелые вещества стали тонуть в толще газопылевой туманности, из которой образовалась планета, а более легкие всплывали. Это привело к тому, что внутренняя часть планеты начала разогреваться.

Земная кора не сплошная, а состоит из огромных блоков, которые называются **лито-**



Основные литосферные плиты:

1, 3 — Евразийская; 2 — Североамериканская; 4 — Африканская; 5, 9 — Антарктическая; 6 — Южноамериканская; 7 — Наска; 8 — Тихоокеанская;10 — Индоавстралийская

сферными плитами. Размеры этих плит не одинаковы, а их границы не совпадают с границами материков и океанов. Плиты постоянно двигаются, но так медленно, что мы не замечаем этого.

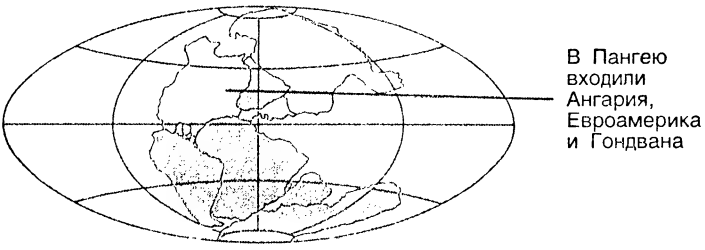
Столкновение плит вызывает образование гор. Этот процесс приводит к тому, что горные породы, образовавшиеся на дне древних океанов, сейчас оказываются на вершинах высоких гор.

В некоторых местах движение плит приводит к тому, что расстояние между ними увеличивается. В этих разрывах медленно поднимается и застывает вещество мантии, и там образуются новые участки земной коры, а там, где плиты сталкиваются, одна плита может надвигаться поверх другой. Все это похоже на

огромный, очень медленный ледоход. Скорость движения плиты всего несколько сантиметров в год, но за миллионы лет материки сильно изменили свое положение, двигаясь по поверхности Земли. До сих пор не до конца понятно, что заставляет плиты двигаться. Возможно, это происходит из-за разницы в температуре горячих недр Земли.

Идея о том, что материки двигались, была высказана довольно давно. Одним из важных наблюдений, натолкнувших ученых на эту мысль, стало удивительное совпадение береговых линий Африки и Южной Америки. В этом нетрудно убедиться при помощи карты и ножниц. В далеком прошлом материки находились рядом и составляли единый материк — **Пангею.**

Отдельные участки земной коры не только двигаются горизонтально, но могут также опускаться и подниматься. Финляндия поднимается примерно на 1 метр в сто лет, а Копенгаген опускается со скоростью 1 миллиметр в год.



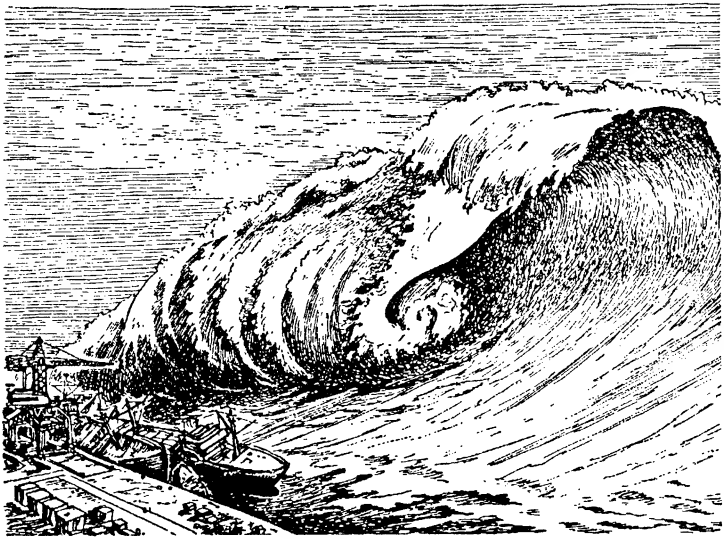
В далеком прошлом материки находились рядом и составляли единый материк — Пангею

ЧТО ТАКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ?

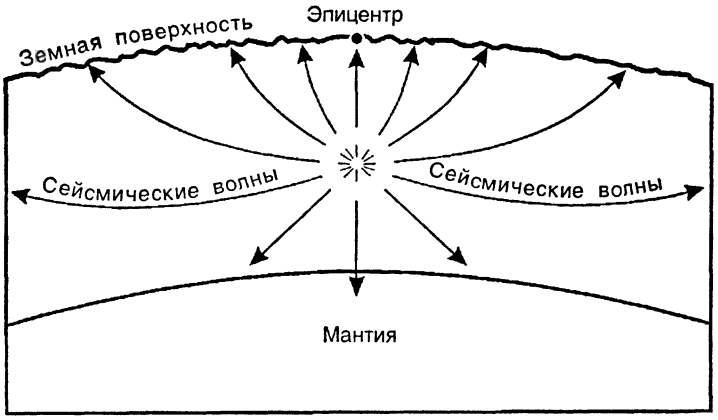
Землетрясение возникает внезапно. Никакие знания или научные достижения не способны остановить сотрясение земной коры. За считанные минуты землетрясение способно разрушить огромный город, расколоть земную поверхность, разрушить горный хребет.

На побережье землетрясение может вызывать появление огромной смертоносной волны — **цунами,** обрушивающейся на берег и оставляющей после себя хаос и разрушение. Мгновение спустя там, где была суша, может надолго обосноваться море.

В древности люди считали, что землетрясение устраивают огромные подземные существа.



Цунами



Распространение сейсмических волн по Земле

В Индии таким существом был слон, в Японии — сом, в Киргизии — рыба. В Древней Греции считали, что причина землетрясения — вода, которая раскачивает на своих огромных волнах сушу.

Ученые же считают, что землетрясения вызываются движением литосферных плит. При столкновении или расхождении огромных частей суши происходят сдвиги или разрывы такой силы, что возникают землетрясения. Точка, в которой происходит разрыв или сдвиг земной коры, называется очагом землетрясения. Очаг может располагаться на разной глубине. Обычно это несколько десятков километров, но известны землетрясения с центром, лежащим на глубине более 700 метров.

Точка прямо над очагом землетрясения называется **эпицентром**. В эпицентре разрушения сильнее всего. Сильные землетрясения

причиняют страшный ущерб и служат причиной гибели тысяч людей.

Вслед за землетрясениями приходят и другие бедствия, например оползни. **Оползнем** называют неожиданное сползание большой массы грунта со склона. Оползень может также возникнуть и в результате таяния снегов.

Чаще всего землетрясения происходят там, где земная кора подвижна. Эти территории называются **сейсмическими зонами.** Жизнь в такой зоне требует готовности к спасательным работам и специальных, особо прочных строений.

Землетрясения приносили бы гораздо меньше горя, если бы существовал способ надежно предсказать их. Несмотря на круглосуточную работу нескольких сотен сейсмических станций по всему свету, землетрясения обычно приходят неожиданно.

Оползни

Предсказать землетрясения помогают животные, которые предчувствуют его наступление. Это было известно еще в древности. Крики птиц, необычайно активный клев рыбы, вой собак могут оказаться предвестниками подземных ударов. И дикие, и домашние животные реагируют на приближение землетрясения и ведут себя обеспокоенно. Много лет наблюдения за ящерицами как предвестниками землетрясений ведутся в Крыму, в Никитском ботаническом саду.

КАК УСТРОЕН ВУЛКАН?

Вулкан — огнедышащая гора. Обычно вулканы имеют форму правильного конуса с пологими склонами в нижней части и крутыми стенами у вершины. На вершине вулкана находится большое углубление с отвесными стенками — это **кратер.**

Раскаленное вещество, скрытое от нас твердой земной корой, на границах плит способно подниматься высоко к поверхности и становиться жидким, превращаться в **магму.** Ее температура так высока, что порода расплавляется и открывает магме путь к поверхности. В виде горячей густой пены магма поднимается все выше, пока не начинает переливаться через край кратера.

Постепенно водяной пар и газы выходят из магмы, она становится более плотной и вяз-

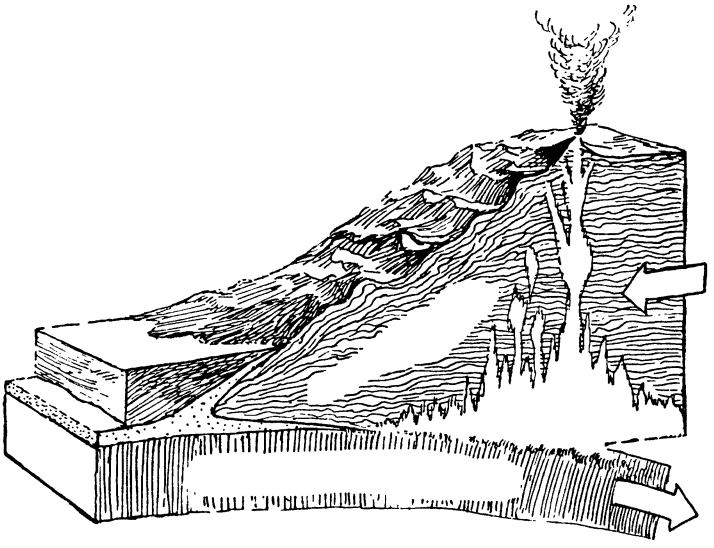


Схема строения вулкана

кой, и тогда ее называют лавой. **Лава** — это расплавленные камни. Температура лавы около 1000°С. Вулкан правильной формы образуется из застывших лавовых потоков. Скорость течения лавы зависит от ее густоты и условий извержения. Иногда она течет медленно, так что человек может уйти от потока пешком, иногда лавовый поток несется со скоростью более 100 км/ч.

Если вулкан раз в несколько лет или чаще извергается, его называют действующим. Много действующих вулканов находится на полуострове Камчатка. Некоторые вулканы действовали в далеком прошлом, и очень давно из них не изливалась лава. Это потухшие вулканы. Они есть в Крыму, Забайкалье и других районах.

Некоторые вулканы находятся в океане, а не на суше. Многие острова образовались исключительно благодаря вулканической деятельности. Вулканы и зоны землетрясений располагаются в определенных частях планеты, то есть вдоль границ литосферных плит — там, где происходят наиболее бурные процессы в земной коре.

Высокая температура вулканов служит причиной образования в вулканических районах горячих источников и **гейзеров** — горячих фонтанов — природного происхождения. Вре-

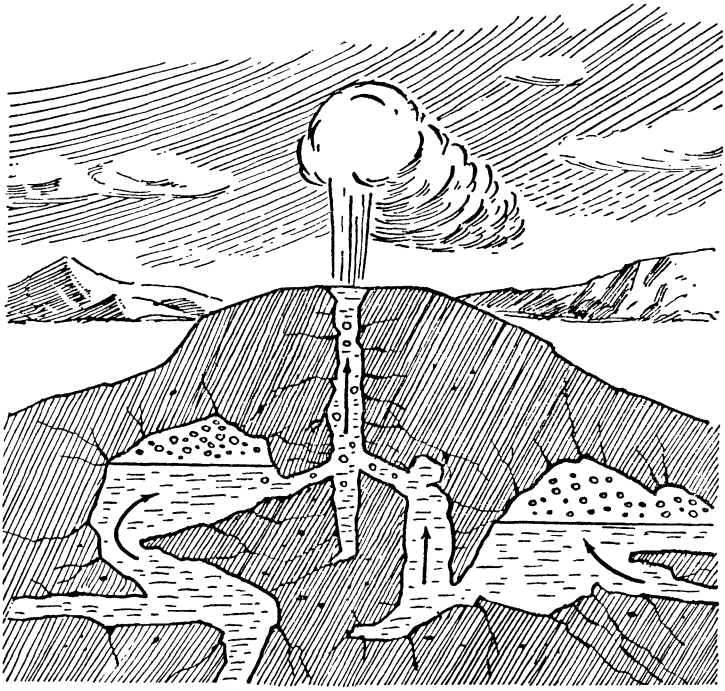


Схема строения гейзера

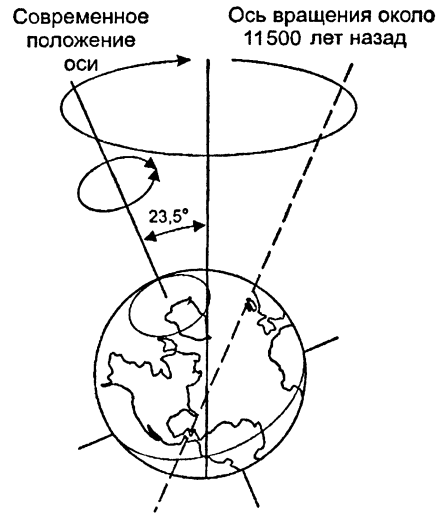
мя от времени гейзер выбрасывает в воздух струю горячей воды и пара. Температура водяного пара достигает иногда 250 °С.В некоторых гейзерах вода едва двигается. Рекордное расстояние, на которое гейзер выбрасывает горячую воду — более 80 метров.

Гейзеры образуются везде, где раскаленная магма подходит достаточно близко к поверхности. Кроме Камчатки, всемирной известностью пользуются гейзеры Исландии. Там запасов горячей воды хватает, чтобы отопить столицу этой страны — город Рейкьявик. Гейзеры обнаружены в Новой Зеландии, Америке, Японии и Китае.

ПОЛЯРНАЯ ЗВЕЗДА И ВРАЩЕНИЕ ЗЕМЛИ

Еще в древности жители Северного полушария замечали, что **Полярная звезда** неподвижна, а другие звезды вращаются вокруг нее. На самом деле это видимый эффект — вращается не звездное небо, а Земля. Несмотря на изменение картины звездного неба, очертания созвездий не меняются.

Неподвижность Полярной звезды сделала ее прекрасным ориентиром для путешественников, потому что по ней легко узнать направление на север. Это происходит потому, что на Полярную звезду указывает ось вращения Земли. На Северном полюсе, то есть в условной



Ось вращения Земли медленно изменяет направление своего наклона

точке, вокруг которой оборачивается Земля, Полярная звезда находится точно над головой наблюдателя, в зените.

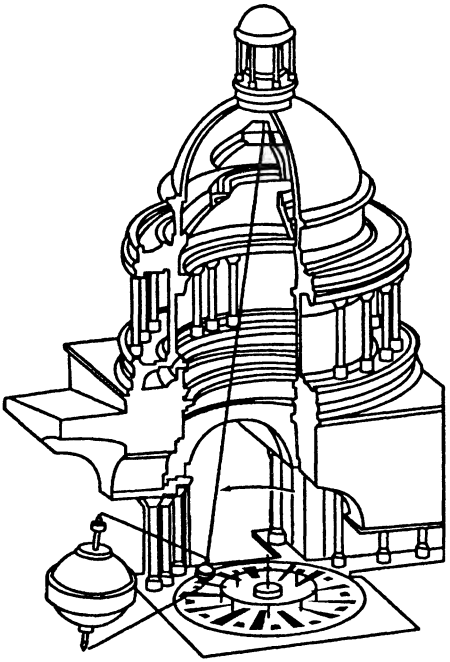
Принято верить на слово тому, кто говорит, что Земля вращается вокруг своей оси. Возможно, как Винни-Пух и все-все-все, следовало бы отправиться и посмотреть на земную ось. К сожалению, если и удается добраться до полюсов, через которые проходит земная ось, ничего обнаружить там нельзя. Во всяком случае, там нельзя найти ось.

Земная ось — условная линия, вокруг которой происходит вращение нашей планеты. Наблюдая небо трудно понять, что вращается — Земля под неподвижным небом или небо вокруг Земли. Земля вращается мягко, без толч-

ков, поскольку, как ни жутко это звучит, планета висит в пустоте.

Вращение Земли удалось доказать при помощи маятника. Известно, что если раскачать длинный маятник, он будет качаться в одной плоскости. Предположим, мы подвесим железный шарик к длинной нитке и раскачаем его. Если теперь мы повернем подставку, шарик продолжит качаться как прежде, а не повернется вместе с подставкой.

Леон Фуко подвесил под куполом парижского Пантеона маятник на длинной нити и раскачал его. Маятник был устроен таким



Маятник Фуко

образом, что при каждом движении он чертил острием на песке, которым был посыпан пол. Маятник качался достаточно долго, и Земля вместе с Пантеоном медленно вращалась. По следам на песке удалось установить, что пока маятник качался, Земля успела повернуться.

Было бы замечательно удобно путешествовать над Землей, просто поднявшись над ее поверхностью и подождав не более суток, пока она провернется под нами, чтобы мы могли опуститься в нужную точку. Увы, это невозможно. Поднимаясь над Землей, например, на воздушном шаре, мы остаемся в атмосфере, которая тоже вращается вокруг Земли и уносит с собой все, что находится в воздухе, — самолеты, птиц и насекомых. Если бы воздух не вращался вместе с Землей, люди на ее поверхности постоянно жили бы при страшных ветрах, скорость которых достигала бы нескольких сотен метров в секунду. Неважно, дует ли ветер, или мы в безветренную погоду изо всех сил едем на велосипеде. И в том и в другом случае мы чувствуем силу встречного ветра.

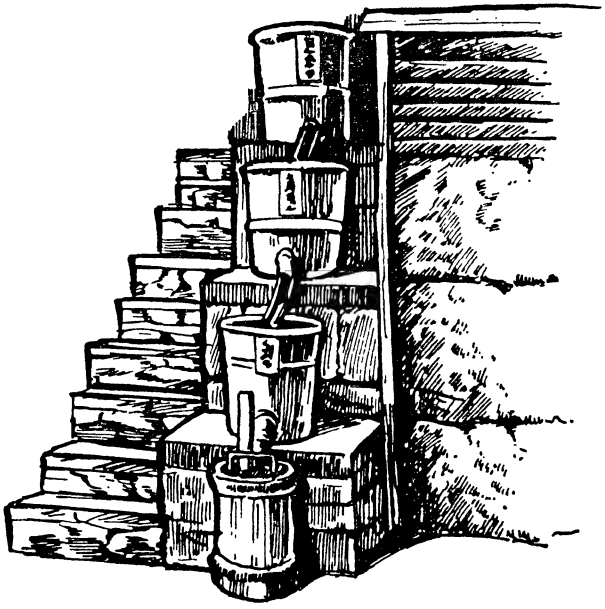
КАК ИЗМЕРЯТЬ ВРЕМЯ?

Для измерения времени используется множество единиц, но одной из самых старых и популярных мер являются сутки. Сутки — это время, за которое наша планета один раз оборачивается вокруг своей оси.

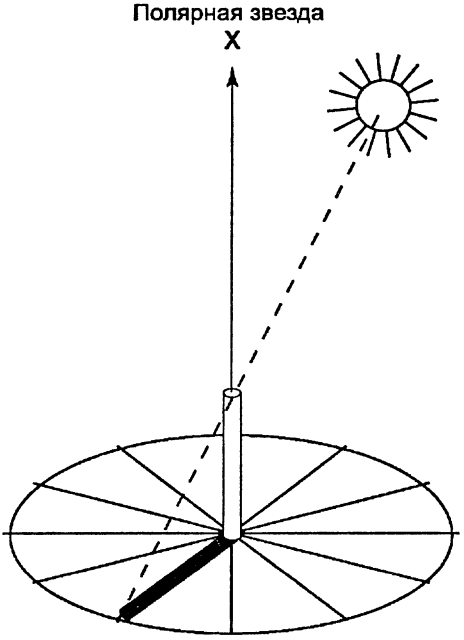
Поскольку Земля подставляет Солнцу то один, то другой бок, на планете день сменяется ночью и так далее. Когда-то для измерения времени использовались **солнечные, песочные** или **водяные** часы. Сегодня не составляет труда узнать, прошли ли сутки или нет. Всюду часы, и даже если одни сломались, можно узнать время по другим.

Песочные часы

Для измерения времени используется сила сжатой пружины, как в механических часах, электричество, как в электронных, существуют



Китайские водяные часы



Солнечные часы

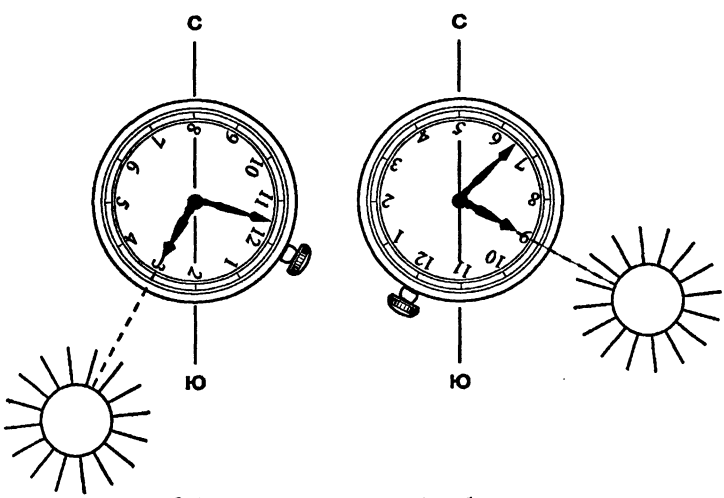
и атомные часы. Однако в любой точке Земли нам доступны самые большие часы — сама Земля, исправно поворачивающаяся вокруг своей оси.

Стрелки этих гигантских часов создает Солнце. Такой стрелкой может служить любая тень в ясную погоду. По мере того как Солнце встает на востоке, двигается по небосводу и садится на западе, тени укорачиваются и перемещаются, а к вечеру, продолжая свое движение, вновь становятся длиннее.

Для того чтобы сделать солнечные часы, достаточно воткнуть в землю палку, верхним

концом направленную на Полярную звезду. Тень от палки будет двигаться по кругу, показывая время в любой безоблачный день. Первые несколько дней придется потратить на то, чтобы разметить циферблат, зато потом никогда не придется заводить часы или менять в них батарейку. Работа таких часов гарантирована в течение примерно пяти миллиардов лет, после чего погасшее Солнце сделает наблюдения затруднительными.

Обычные часы с циферблатом могут служить также и **компасом**. Чтобы найти стороны света, нужно направить часовую стрелку на Солнце. Линия, мысленно проведенная посередине циферблата между часовой стрелкой и цифрой «1», укажет направление на юг. За спиной тогда окажется север, слева — восток,



Обычные часы с циферблатом можно использовать и как компас

справа — запад. Если часы были переведены на летнее время, то на Солнце нужно направлять цифру «2».

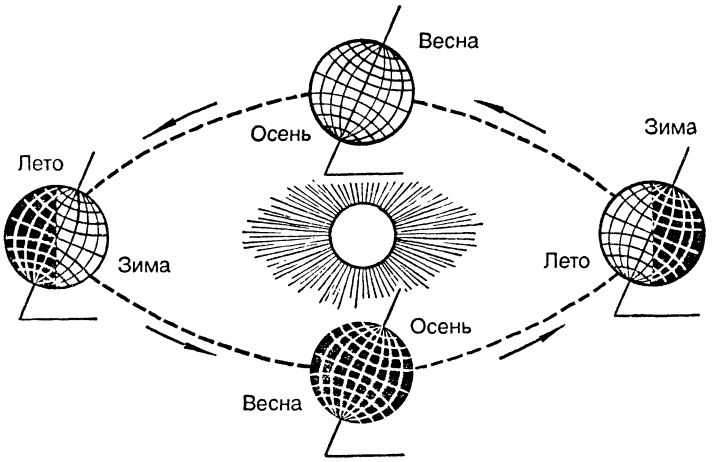
ЧТО СВЯЗЫВАЕТ ОРБИТУ ЗЕМЛИ И ГОД?

Мы знаем, что год длится 365 дней. Точнее, он длится 365 дней, 5 часов 48 минут и 46 секунд. Этот «хвостик» за четыре года образует еще одни сутки, и каждый четвертый год в календаре появляется еще один, 333-й день — 29 февраля. Такой год называется **високосным.**

Земная ось наклонена, поэтому по мере вращения Земли вокруг Солнца по орбите продолжительность дня к лету постепенно увеличивается, а к зиме сокращается. Орбитой называется путь искусственного или естественного спутника вокруг планеты. Время, которое нужно для того, чтобы завершить полный оборот, называется орбитальным периодом.

Самый длинный день и самая короткая ночь наступают 22 июня, в день **летнего солнцестояния.** День **зимнего солнцестояния,** 22 декабря, самый короткий. Два раза в год, в дни весеннего и осеннего **равноденствия,** день и ночь равны.

Из-за наклона земной оси летом за Полярным кругом солнце не заходит и светит днем и ночью, зато зимой оно вовсе не показывается — наступает полярная ночь. В городах, располо-



Орбита и ось вращения Земли

женных близко к Полярному кругу, солнце заходит за горизонт, но ночи светлые — это так называемые **белые ночи**, которые бывают, например, в Петербурге, Таллине, Хельсинки и других северных городах.

ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ ЗЕМНАЯ КОРА?

Твердая земная кора состоит из горных пород. Это словосочетание обозначает типы камней или сыпучих материалов, образующих нашу сушу. Одна из самых распространенных горных пород — **гранит**. Огромные горы и отдельные валуны могут целиком состоять из этой твердой горной породы. Гранит легко узнать по характерной зернистой структуре и

блеску некоторых зерен в его составе. Слово гранит как раз и обозначает «зернистость». Гранит часто используют для облицовки зданий, станций метро и других нужд везде, где нужна прочность и спокойная красота.

Темно-серая, часто почти черная горная порода, образовавшаяся под действием вулканических сил, называется **базальтом.** Удивительная прочность этой горной породы послужила причиной того, что в прошлом базальт считали камнем вечности.

Граниты и базальты встречаются в большом количестве в земной коре потому, что в древние времена вулканическая деятельность была гораздо более бурной, и повсюду оставила после себя эти горные породы. Из-за того, что эти горные породы образовались в магме, их называют **магматическими** горными породами.

Некоторые горные породы образуются очень медленно. Они возникают по мере того, как различные остатки деятельности растений и животных медленно оседают на дне океанов и превращаются в камень. Эти породы называют **осадочными** горными породами. Иногда осадочные горные породы возникают и без участия живых существ, при медленном накапливании обломков твердых горных пород.

К осадочным горным породам относятся, например, **известняки**, образовавшиеся из бесчисленных панцирей, скелетов и раковин древних организмов, обитавших в морях миллионы лет назад. Известняк — довольно мяг-

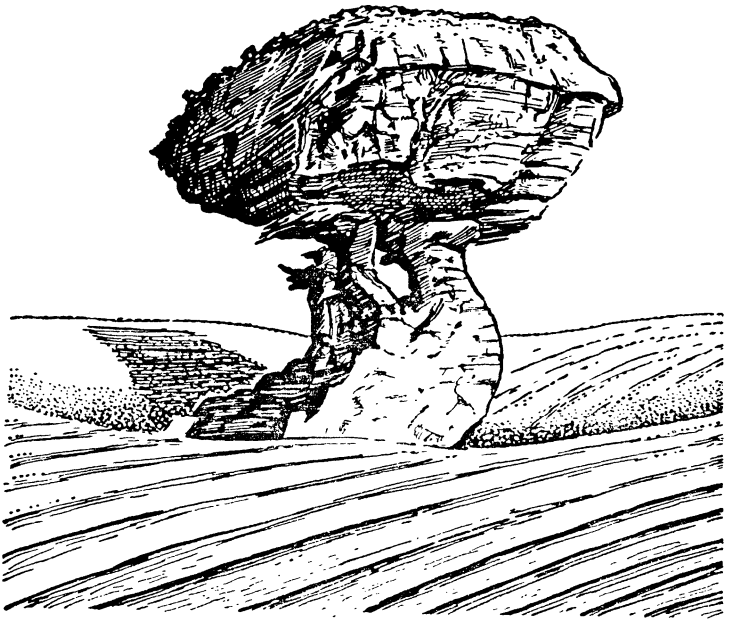
кий, светло-серый камень. Мелок, которым пишут на школьных досках и рисуют на асфальте, тоже образовался благодаря крошечным организмам. Под микроскопом можно рассмотреть остатки этих животных. Несмотря на то что осадочные породы накапливаются в морских впадинах за миллионы лет, они могут быть подняты на большую высоту, когда литосферные плиты сталкиваются или расходятся. Например, в Крымских горах известняки встречаются на значительной высоте над уровнем моря.

Песчаники и глинистые сланцы образовались без участия животных — медленное разрушение гор привело к тому, что мелкие частицы скапливались в одних и тех же местах и под действием времени, химических процессов и собственного веса превращались в камень.

Иногда геологические процессы приводят к тому, что горные породы погружаются в глубь Земли и подвергаются там чрезвычайно сильному нагреву и сжатию, и в результате изменяются. Так образуются горные породы, которые принято называть **метаморфическими.**

Например, рыхлый и мягкий известняк и твердый, плотный мрамор, служивший материалом скульпторам древности, начинали образовываться одинаково, но мрамор образовался из известняка, подвергшегося сильным изменениям.

Даже самые твердые горные породы не вечны, потому что они испытывают воздействие



Результат выветривания

атмосферы — перепады температур, дожди и ветра. Процесс разрушения гор, их истирания в порошок называется **выветриванием.**

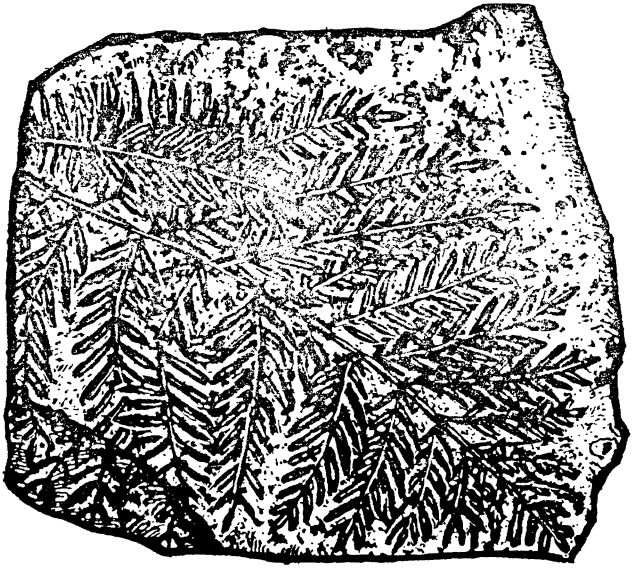
В состав горных пород входят различные **минералы.** Гранит кажется зернистым потому, что состоит из разных минералов — красноватого или серого полевого шпата, из блестящих пластинок слюды и полупрозрачных вкраплений кварца. Некоторые горные породы могут состоять и из одного минерала. Например, белый кварцевый песок состоит только из кварца.

Минералы могут быть не только твердыми, но и жидкими, например, вода. В мире очень

много минералов. Некоторые можно узнать довольно легко по разнообразным признакам. Одни из них отличаются характерным цветом, как, например, золото или малахит, другие — необычайной твердостью, как алмаз. Прозрачная слюда, наоборот, легко узнаваема, по своей мягкости.

КАК УЗНАТЬ О ПРОШЛОМ?

Осадочные горные породы часто сохраняют остатки животных и растений далекого прошлого. Многие из них давно исчезли с лица Земли. В некоторых местах планеты осадки



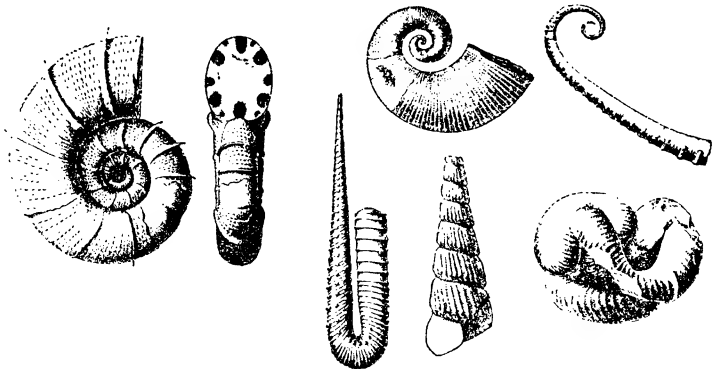
Отпечаток растения

накапливаются в течение сотен миллионов лет. Чем выше слой, в котором были обнаружены ископаемое животное или растение, тем меньше прошло времени после его гибели. Например, кости мамонтов обнаруживают ближе к поверхности, чем кости динозавров, которые жили гораздо раньше мамонтов.

Изучение **ископаемых остатков** позволило разделить все время существования жизни на Земле на несколько эр и периодов. В течение каждого периода условия были более или менее одинаковыми, а потом менялись, и вслед за ними менялись **флора** и **фауна**, а значит, и отпечатки тех, кто попадал в осадочные породы.

Долгие годы в самых нижних слоях не удавалось найти никаких ископаемых организмов, и лишь в последнее время в этих слоях были обнаружены следы существования существ без скелета. Возможно, они чем-то напоминали современных медуз.

Названия геологических периодов даны по местам, где впервые были обнаружены характерные ископаемые организмы. Пермский период назван по городу Перми, в окрестностях которого обнаружили животных этого времени, а юрский — в честь Юрских гор во Франции. По международной традиции каждый период на карте обозначается всегда одним и тем же цветом. Сначала ученые могли лишь определить, какие существа жили раньше, а какие — позже, но в наше время использова-



Раковины вымерших головоногих моллюсков аммонитов были похожи на улиток

ние радиоактивного метода позволяет сказать, сколько миллионов лет назад жили те или иные организмы.

ЧТО МЫ ИЩЕМ В ЗЕМЛЕ?

Люди постоянно пытались найти более удобные и дешевые материалы для того, чтобы обеспечить себе уют, комфорт и победу в войне. Все, что мы используем теперь, мы берем у живых организмов (например, древесину, молоко, хлопок) или выкапываем из земли, чтобы пустить в дело, как мы поступаем с гранитом, золотом и железом.

Железо, без которого сложно представить современный мир, рассеяно в земной коре неравномерно. В одних горных породах железа много, и не составляет большого труда его

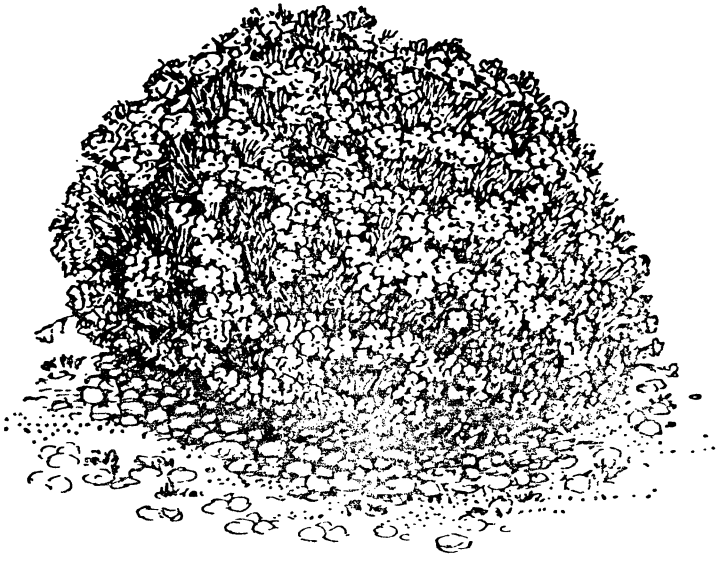
извлечь, в других так мало, что понадобилось бы специальное оборудование и немыслимые затраты, чтобы получить хотя бы килограмм железа.

Руда, в состав которой входят металлы, чаще всего встречается в магматических горных породах (например железо, олово, которым можно паять провода, медь, используемая в приборах, свинец, цинк и серебро). Это значит, что почти все рудные запасы, которые мы используем сейчас, доставлены в те места, где их обнаружили геологи, вулканическими силами.

Мы используем запасы земной коры для того, чтобы изготовить самые обычные вещи. Для производства стекла нужен кварцевый песок, для изготовления фарфоровой посуды нужен полевой шпат; **нефть** необходима для получения бензина и разнообразных материалов. Много тепла и электричества мы получаем, добывая и сжигая **газ и каменный уголь.**

Поисками залежей полезных ископаемых занимаются **геологи.** Очень точные сведения о расположении в земной коре разнообразных элементов удается получить благодаря космической съемке. Состав земной коры довольно заметно влияет на растения, которые могут быть обнаружены на поверхности. Известно, что сон-трава и горные маки указали геологам на залежи никелевой и медной руды.

Ископаемое минеральное топливо — нефть, газ и каменный уголь — используется



Растения помогают открыть месторождения

людьми очень давно. Несколько миллионов лет назад в земной коре не было этих минералов. Они появились благодаря деятельности живых организмов, однако этот процесс шел очень медленно.

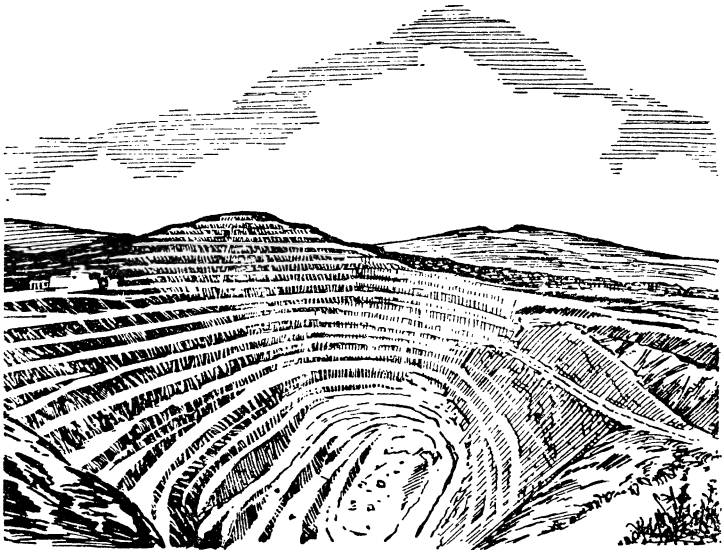
Эти полезные ископаемые использовали еще в Древнем Вавилоне и Древней Персии после того, как все леса оказались уничтоженными. В Древнем Китае, известном как место многих изобретений, которыми пользуются сегодня все люди, применяли и уголь, и газ, и нефть. Еще до прибытия кораблей европейцев на Американский континент индейцы использовали залежи угля — «камня, который горит».

Долгое время богатства, содержащиеся в земной коре, приходилось добывать тяжелым, изнурительным трудом, при этом получаемый материал был довольно низкого качества. С изобретением паровых машин и других механизмов, добыча руд стала более эффективной.

Добыча полезных ископаемых наносит неизбежный урон природе, загрязняя окружающую среду и изменяя ландшафты. Ужасные результаты приносит разработка полезных ископаемых «открытым способом», когда огромные тяжелые машины вырывают в земле чудовищный котлован.

Сегодня сложно обойтись без добычи полезных ископаемых. Однако запасы многих из

Долгое время полезные ископаемые добывали в ужасающих условиях



Такой карьер остается после добычи полезных ископаемых открытым способом

них подходят к концу, и необходимо подобрать замену тем, которых особенно мало, прежде чем добыча их станет невозможна. Немного замедляет наступление этих времен то, что многие вещи удается перерабатывать и использовать материалы, из которых они сделаны, второй раз.

КАКАЯ БЫВАЕТ СУША?

Там, где нет гор, сушу занимают широкие и плоские **равнины**, которые протянулись на тысячи километров. Участок земли считался равниной, если на нем нет возвышенностей

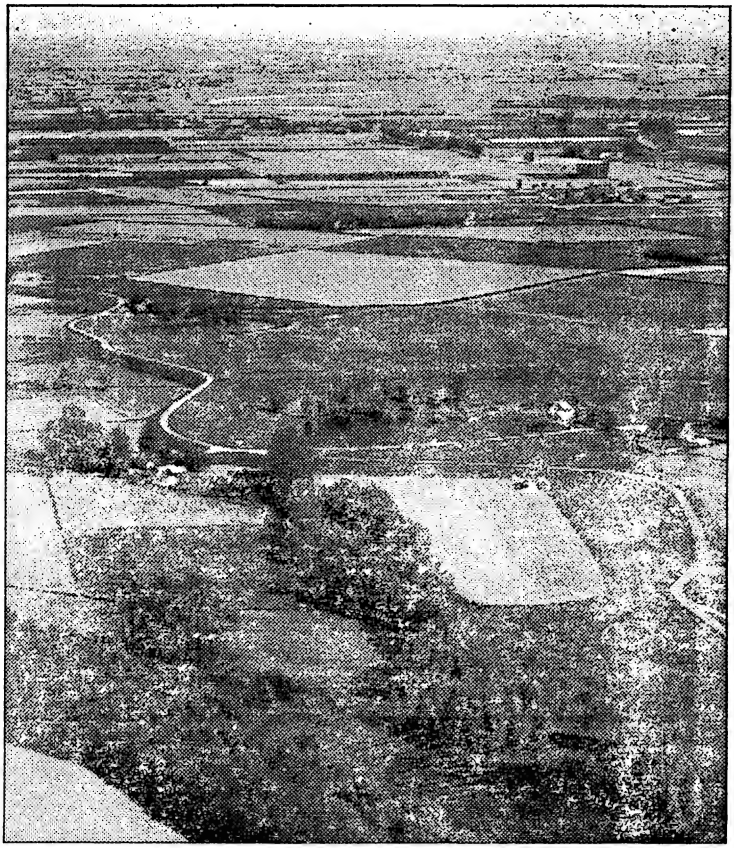
более 200 метров или слишком глубоких впадин. Но на равнине, конечно, есть и овраги, и долины рек, и небольшие холмы — равнина не бывает плоской, как стол.

На географических картах показано, насколько та или иная равнина находится высоко над **уровнем моря**. Если равнина находится достаточно низко, то на карте ее обозначают зеленым цветом, те, что расположены выше, — желтым.

Плоские участки поверхности Земли формировались в результате медленного, но неуклонного разрушения гор и превращения их в относительно ровные пространства. Порой равнины возникают, когда дно мелководного моря медленно поднимается и становится сушей. Иногда реки так сильно разливаются и уносят в моря столько грунта, что в их долинах тоже образуются равнины. Это произошло, например, в долинах рек Инд и Ганг, в Индии.

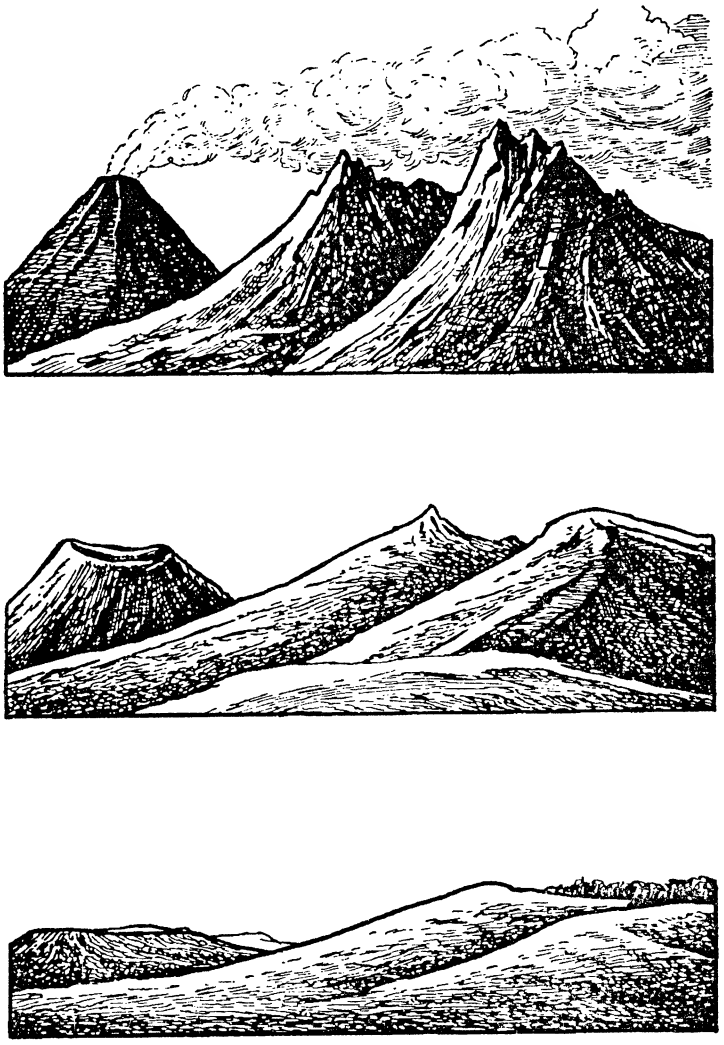
Равнины удобны для жизни — здесь можно заниматься сельским хозяйством, лучше климат и реже случаются стихийные бедствия. Поэтому множество людей на Земле живет на равнинах, которые занимают больше половины всей суши.

Давным-давно, когда равнины только образовались, они выглядели иначе, чем сейчас. Время оставляет след и на них, ветер и вода действуют не торопясь, но совершают очень многое. Небольшие ручейки воды захватывают крошечные частицы почвы и грунта, остав-



Плоская низменность в Нидерландах

ляя после себя узкие ложбинки. Дождь продолжается, и все больше воды скатывается по этой впадине. Потом две ложбины сливаются в одну, и в скором времени потоки размывают дно и образуют **овраг**. Овраги собирают воду с достаточно больших территорий, поэтому они очень быстро увеличиваются в размерах, прибавляя обычно от одного до трех метров в год,



Со временем рельеф может выравниваться

но в некоторых местах скорость образования оврага может быть просто страшной — до 20 метров в год. Дороги, поля и даже улицы

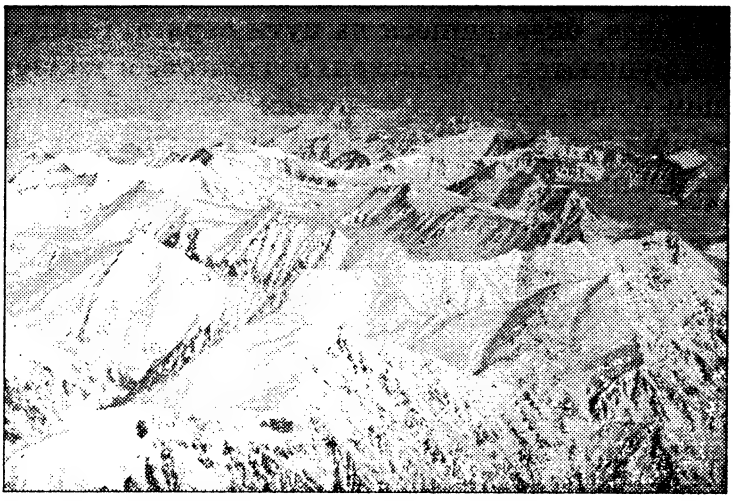
городов, оказавшиеся на пути оврага, быстро разрушаются. Образование оврагов, в конечном итоге, дело рук человека, который уничтожил лес, росший когда-то на большей части равнин: ведь деревья укрепляли почву корнями и не давали ей размываться.

КАК РАСТУТ ГОРЫ?

В тех местах, где огромные литосферные плиты сталкиваются друг с другом, могут образовываться **горы**. Столкновение плит происходит очень медленно, как и рост гор, но за долгое время горы могут достичь большой высоты, если движение литосферных плит будет продолжаться. В горах породы обычно не лежат ровными слоями и смяты в чудовищные складки, разорваны и часто вынесены на большую высоту. Некоторые горы возникают благодаря деятельности вулканов — их легко узнать по характерной конической форме.

Горы редко стоят поодиночке, обычно они вытягиваются в линии, которые называются горными хребтами. Между ними располагаются долины, в которых и живет большая часть горцев.

Больше всего гор в Евразии, и здесь же расположены самые высокие горы в мире — Гималаи. Огромные горные системы Памир и Тянь-Шань так велики, что раскинулись на территории нескольких государств.



Горы Северной Канады

В горах очень чистый воздух, прекрасная вода, но климат часто очень суров, и изнурительная жара сменяется жестокими морозами, а снегопады приносят лавины. Смена температуры служит причиной того, что горы разрушаются и в некоторых местах осыпаются камнепадами.

Как и равнины, горы разрушаются под действием воды и ветров. Чем старше горы, тем более гладкими и плавными выглядят их склоны и вершины. Горы, которые образовались относительно недавно, обычно высокие, зубчатые, угловатые. Молодые горы, как правило, выше старых, к молодым горам относят Гималаи, Кавказ, Альпы. Условия для жизни человека в старых горах обычно более подходящие, чем в молодых. На карте горы можно

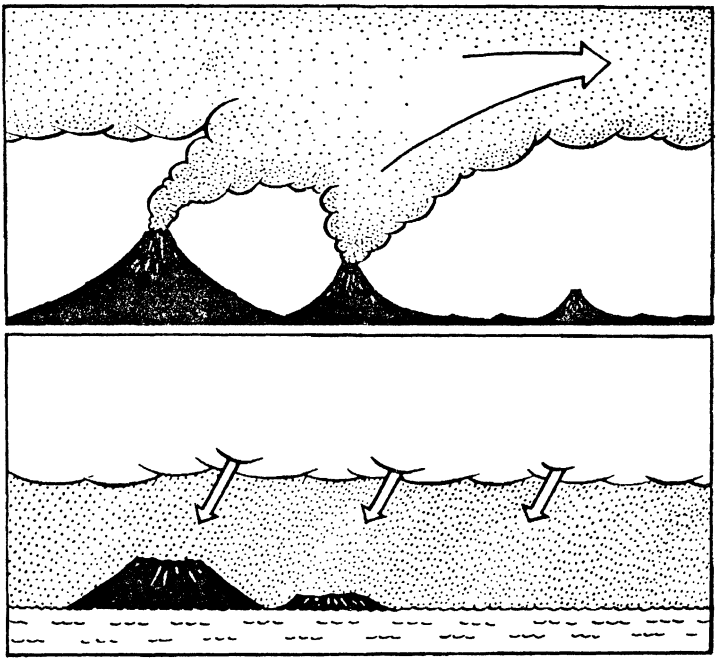
легко найти по характерному коричневому цвету, причем чем он темнее, тем выше горы.

ОТКУДА ПОЯВИЛИСЬ ВОДА И ВОЗДУХ?

Вулканы изменяли поверхность Земли миллиарды лет. Но именно вулканическая деятельность стала причиной появления на Земле воздуха и воды, а значит, и жизни.

Высокая температура магмы, конечно, не позволяла воде сохраняться в жидком состоянии, но она была растворена в расплавленном камне так же, как углекислый газ растворяется в газированной воде. Давление не давало парам воды покинуть магму, так же, как газ не выходит из закрытой бутылки с газированной водой. Когда магма появлялась на поверхности в результате извержения, пары воды становились жидкостью. Со временем так сформировался Мировой океан.

Кроме паров воды в магме были растворены газы, которые составили воздушную оболочку Земли — атмосферу. Из вулкана выходит не только лава, стекающая по склонам огнедышащей горы, но и раскаленные газы. Более трех четвертей общего количества газа, вырывающегося из жерла вулкана, составляет водяной пар. Пар, попадая в более холодный воздух, быстро превращался в капли воды и проливался дождем.



Пар, вырывавшийся из жерла вулкана, превращался в капли воды и проливался дождем

Вода, которую мы видим сегодня, миллиарды лет назад, когда еще не было планеты Земля, входила в состав газопылевой туманности. Потом лед космоса становился жидкостью и газом и растворялся в расплавленном камне горячей Земли, а когда вулканы выбрасывали пар на поверхность, вода остывала и опускалась на поверхность, где через миллионы лет попала в водохранилище и наконец в твой дом.

Когда атмосфера Земли только начинала зарождаться, она была совсем не похожа на современную. Если бы мы оказались тогда на

Земле, то погибли бы от удушья. Тогда еще не было кислорода — он возник благодаря тому, что на Земле появились микроорганизмы. В дальнейшем развитие растительного покрова привело к увеличению количества кислорода.

Таким образом, в прошлом на Земле воды было совсем немного, гораздо меньше, чем сейчас, а кислород вообще отсутствовал. Современное количество воды на Земле появилось около 2 миллиардов лет назад, а кислород появился около одного миллиарда лет назад. С самого начала заполнения низин водой в ней начали растворяться разнообразные соли. Вода океанов Земли никогда не была пресной.

МИРОВОЙ ОКЕАН

Большая часть нашей планеты покрыта водой. В **Мировом океане** содержится почти вся вода на поверхности Земли. Средняя глубина Мирового океана — почти 4000 метров, то есть на земной коре находится почти четырехкилометровый слой морской воды.

Пресной воды гораздо меньше, чем соленой, но именно пресная вода нужна людям. Предполагают, что запасы пресной воды исчерпаются гораздо быстрее, чем запасы полезных ископаемых.

Лишь одна тысячная часть воды Земли находится в воздухе в виде пара, образующего облака. Это единственный источник, питающий

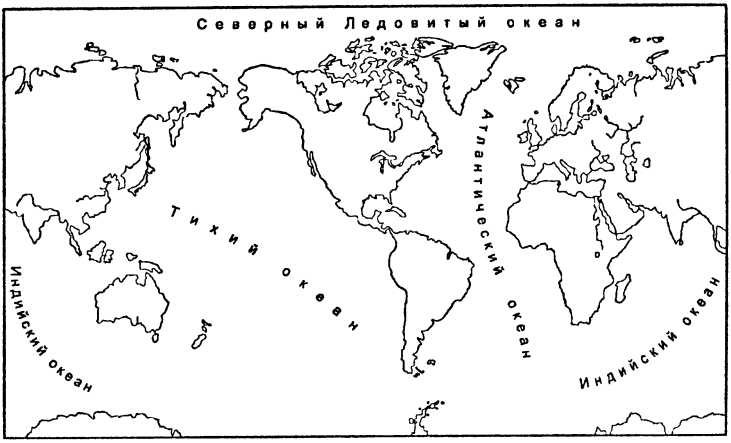
пресные водоемы. Основные запасы пресной воды на суше состоят из льда. Много воды просачивается в почву и скапливается над горными породами, которые не пускают воду глубже. Так образуются подземные водоемы.

Вода, проходящая через толщу почвы и горных пород, тщательно фильтруется и обогащается минеральными солями. Поэтому колодезная и родниковая вода кажется такой вкусной. Так же образуется **минеральная вода**. Конечно, в минеральных источниках вода не газирована, газ добавляют во время разлива воды по бутылкам.

Вода существует не только на поверхности Земли. Она входит в состав многих горных пород и даже в состав магмы.

Несмотря на кажущееся обилие воды, гидросфера — водная оболочка Земли — самая тонкая из всех. Вода очень редко бывает абсолютно чистой. В природе в воде растворяются разнообразные соли, и в зависимости от этого вода кажется более или менее вкусной. Горько-соленый вкус морской воды обусловлен растворенными в ней солями. Пресной называют воду, если в одном ее литре содержится менее одного грамма солей. В морской воде — около 35 граммов солей на литр.

Невозможно получить воду, в которой вообще не было бы примесей. В открытом сосуде в воде начинает растворяться газ или частицы воздуха, в стеклянной посуде — элементы стекла, в металлическом — металла. Способ-



Мировой океан

ность серебра в очень небольших количествах растворяться в воде известна давно, и это свойство использовали для обеззараживания воды, так как серебро губительно для бактерий.

Раствор воды прозрачен, потому что примеси в нем распадаются на молекулы и перемешиваются с молекулами воды. Если в воде плавают пусть даже самые маленькие частицы, но более крупные, чем молекулы, то вода кажется мутной. Такая смесь воды и мелких нерастворимых частиц называется **взвесью.** Часто в воде есть одновременно и растворимые и нерастворимые примеси.

Вода постепенно испаряется с поверхности водоемов — морей, озер, рек. Чем выше температура воды, тем больше испарений. Очень много воды испаряют растения. Если взять полиэтиленовый пакет, надеть на кончик ветки любого растения и завязать его, то через некоторое

время можно будет обнаружить, что на внутренних стенках пакета скопились капли воды. Это вода, которую испаряют листья. Даже небольшой лес испаряет огромное количество воды, ведь одно дерево испаряет 50—60 литров воды в сутки.

Испарение воды защищает растение от перегрева. Иногда испарение из листьев идет слишком сильно, и растение может погибнуть от недостатка воды. У многих растений засушливых областей выработались специальные приспособления, которые позволяют им экономить воду. Листья кактусов превратились в колючки, у многих растений листья покрыты восковым налетом.

В основном испарение происходит днем, когда много света; в тени оно меньше, чем на солнце, в ветреную погоду — больше, чем в штиль. Вода покидает лист через **устьица** — особые отверстия в листе, которые могут открываться и закрываться по мере необходимости. Несмотря на то что устьица очень маленькие, через них выходит почти вся вода из растения. На одном листе может быть несколько миллионов устьиц.

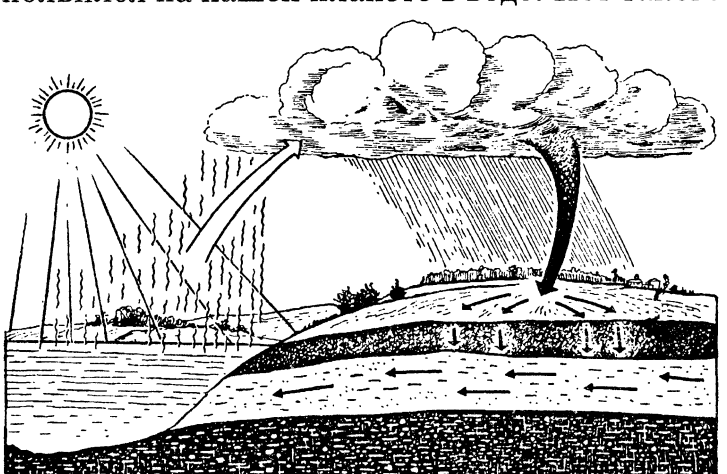
ПУТЬ ВОДЫ

Почти вся вода, так или иначе попавшая в воздух в виде пара, сосредоточена в нижних пяти километрах воздушного океана. Если

температура опускается, пар начинает превращаться в капельки воды, и в прозрачном воздухе появляются **облака**. Ветер переносит облака воды, испарившейся с поверхности океана, и тяжелые облака плывут над сушей, перенося воду, которая недавно была частью моря.

Всю испарившуюся воду обитатели суши получают в виде дождя, снега, града. Так пополняются водоемы, а растения получают воду, впитавшуюся в почву. Часто вода тут же снова испаряется, но часть ее проникает в глубь почвы и скапливается под землей, откуда снова стекает в океан. Реки собирают влагу и доставляют ее в моря. Так завершается путь воды, который ученые называют **круговоротом воды в природе.**

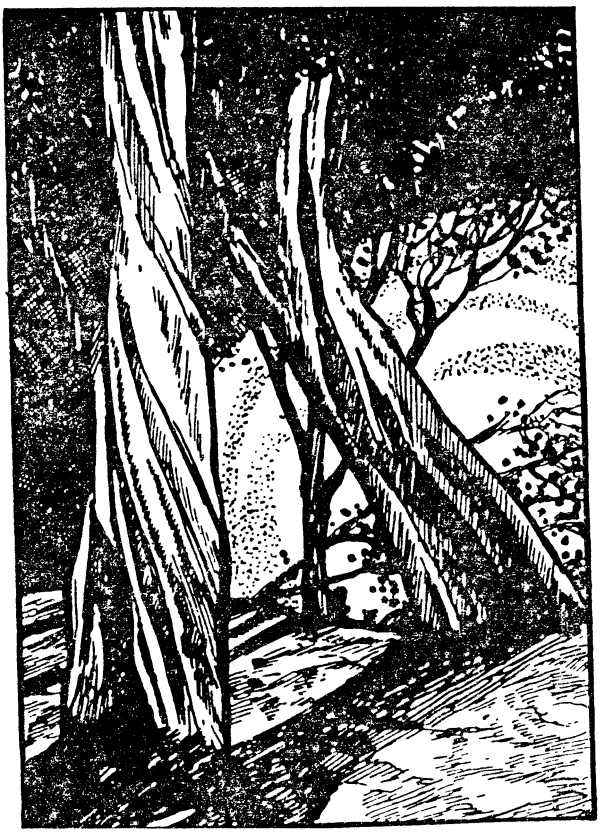
Считается, что первый живой организм появился на нашей планете в воде. Нет такого



Круговорот воды в природе

существа, которое могло бы существовать без воды. В организмах многих растений и животных содержится очень много воды: медуза, например, вообще состоит из воды более, чем на 90%, а в теле человека воды более половины всей массы. Вода есть и в костях человека. Отсутствие воды приводит к быстрой гибели. Человеку достаточно потерять одну пятую часть воды организма, чтобы наступила смерть.

ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ



ЖИЗНЬ В ВОДЕ

Жизнь в воде требует специальных приспособлений. Вода не такая прозрачная, как воздух, кроме того, свет проникает лишь в верхние слои океана. Чем глубже водоем, тем меньше растений и животных может выживать на дне.

В океанах на большой глубине можно обнаружить очень странные существа, которые никогда не видели солнечного света. Некоторые глубоководные жители могут светиться. Питаются они тем, что опускается с поверхности и из верхних слоев воды: фактически на глубине все время идет медленный «дождь» из погибших организмов, и глубоководные жители следят за тем, чтобы как можно меньше еды достигло дна. Большая часть глубоководных животных хищники. Разнообразие их относительно невелико, но есть организмы, которые способны существовать на глубине более 11 километров.

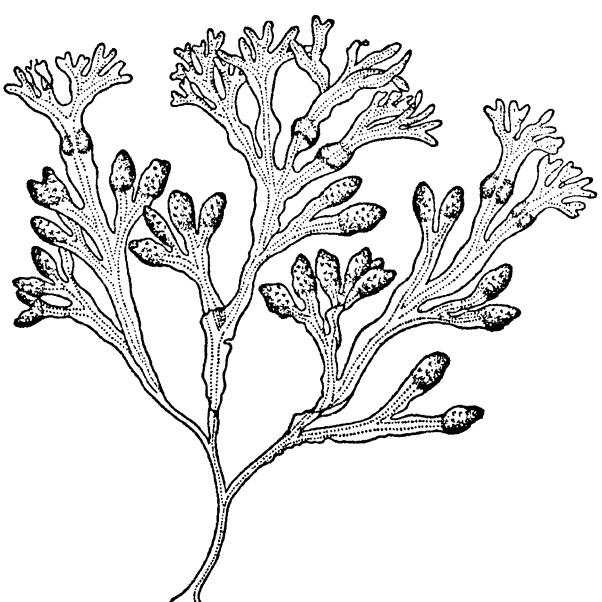
Для дыхания животным нужно использовать **кислород**, который присутствует в воде в растворенном виде. Для того чтобы извлечь растворенный в воде кислород, необходимы жабры, а для того чтобы вдохнуть атмосферный воздух, нужно добраться до поверхности и сделать вдох. Так поступают морские млекопитающие — киты, дельфины, тюлени.

Вода более плотная, чем воздух, поэтому для движения вперед нужно тратить больше сил.

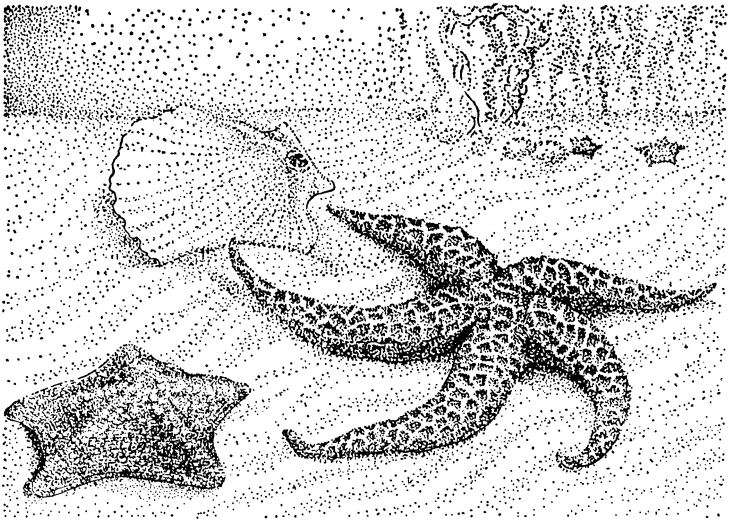
По этой причине водные обитатели приобрели обтекаемую форму тела и гребные лопасти, например такие, как хвост и плавники рыбы.

ЖИЗНЬ МЕЖДУ МИРАМИ

Больше всего удивительных организмов встречается в прибрежной полосе морей и океанов, где обилие света и кислорода делает эти места очень привлекательными для многих растений и животных. Кроме того, прибрежная зона богата органическими веществами, которые приносят впадающие в моря реки.



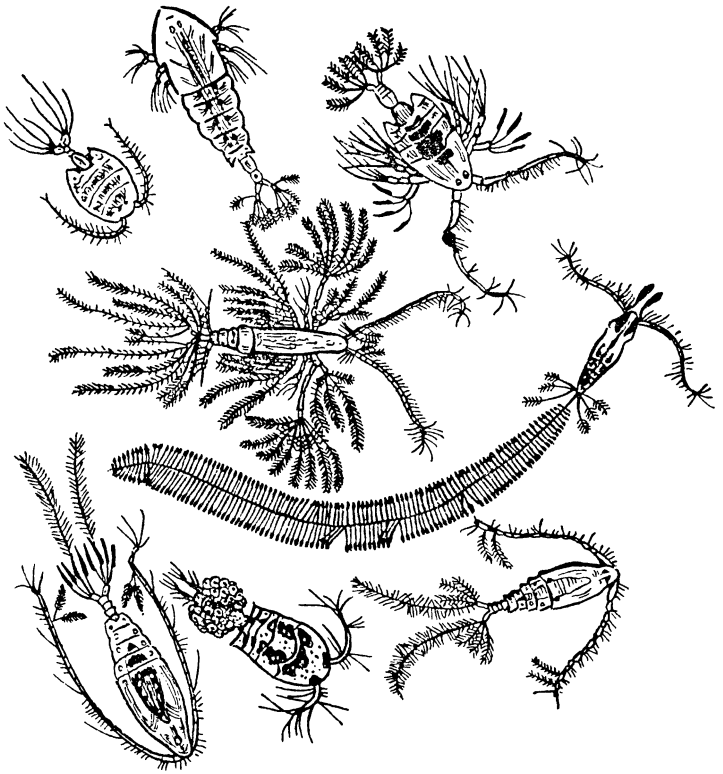
Водоросль фукус



Морская звезда

Прибрежная зона моря необычайно красива, особенно там, где дно каменистое. Бурые, красные, зеленые **водоросли** медленно перебирает прибой. Каждая водоросль служит домом множеству обитателей подводных зарослей, таких как многощетинковые черви — полихеты, моллюски и другие существа. Рачки-бокоплавы снуют среди водорослей, а на камнях сидят неподвижные животные — губки, кишечнополостные, мшанки и другие существа. Двустворчатые моллюски — устрицы и мидии — образуют огромные колонии. На дне можно обнаружить морских ежей, морских звезд и других иглокожих.

Черное и соединяющееся с ним Азовское моря не так привлекательны для исследователей,



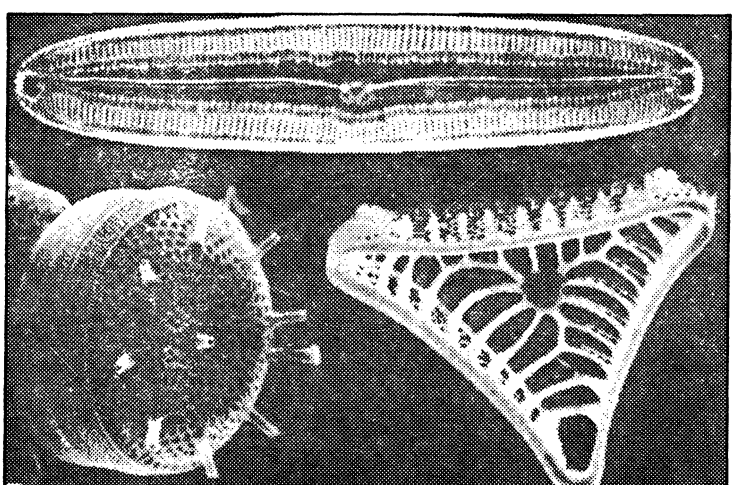
Планктонные рачки

так как в глубинах Черного моря содержится много сероводорода, который в больших количествах могут переносить лишь немногие организмы, кроме того, не все могут выносить пониженную соленость этих морей.

Водоросли и растения — разные группы живых организмов. По многим признакам водоросли близки к простейшим, хотя среди водорослей встречаются очень крупные, например, ламинария — морская капуста. Длина

ламинарии достигает 150 метров. Некоторые виды ламинарии используются в пищу.

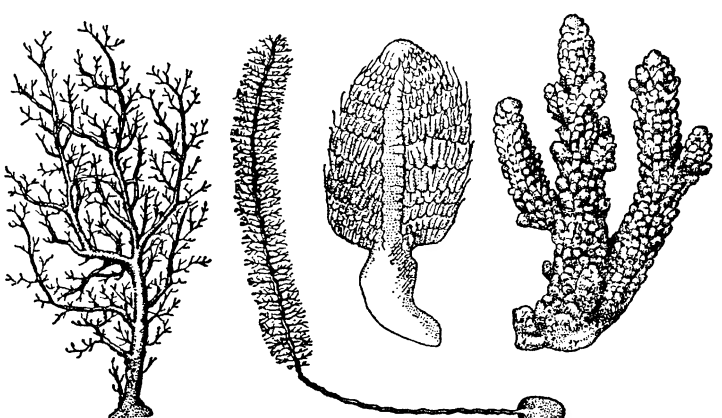
Важную роль в жизни океана играет **планктон.** Это организмы, которые не способны самостоятельно плавать или перемещаются лишь на небольшие расстояния. Морские течения и волны перемещают их вместе с водой. Планктон состоит из мелких, часто одноклеточных водорослей — **фитопланктона,** и парящих в толще воды живых организмов — **зоопланктона.** Фитопланктон использует энергию солнечного света и служит, в свою очередь, пищей зоопланктона. Рачки, личинки многих беспозвоночных в неисчислимых количествах носятся в верхних слоях морей и служат пищей многим более крупным водным жителям, в том числе рыбам. Самые крупные



Диатомовые одноклеточные водоросли

животные на Земле, киты, тоже питаются планктоном, отцеживая его при помощи усов — особых выростов во рту, работающих как мелкое сито. Несмотря на то что планктон часто незаметен, его хватает для поддержания жизни большого количества видов морских животных, в том числе и таких гигантов, как синий кит, вес которого достигает 150 тонн при длине около 33 метров.

Коралловые полипы — кишечнополостные животные, ведущие малоподвижный образ жизни. Чаще всего они селятся колониями и строят известковые домики, которые крепятся один к другому. Коралловые полипы — единственные животные, деятельность которых столь масштабна, что может быть отмечена на географической карте. Огромное количество домиков этих полипов образует океанские острова и целые архипелаги коралловых атоллов.



Кораллы

Коралловые рифы служат препятствием для морских волн, поэтому в рифовой зоне вода всегда насыщена кислородом и хорошо прогрета. Именно поэтому среди коралловых построек живут удивительные рыбы и другие животные.

КАК УСТРОЕНО МОРСКОЕ ДНО?

Глубины моря всегда интересовали людей. С тех пор как были построены первые морские суда, способные уходить далеко от берега, важно было не сесть на мель, не натолкнуться на морские скалы. Знание расположения отмелей могло обеспечить хороший улов рыбы.

Для измерения глубины нужен лот. Это прочный шнур с грузом на конце, а на шнуре нанесены отметки глубины. В некоторых местах лот не доставал до дна, и в древности многие люди считали, что глубину океана измерить невозможно и дна просто нет.

Сегодня удается получить довольно точную картину морского дна при помощи эхолота. **Эхолот** — звуковой прибор, который улавливает эхо от звуков, которые он сам и издает. По времени, прошедшему от подачи сигнала до его возвращения, можно определить глубину.

Прибрежные отмели вдоль берегов континентов называются материковой отмелью, или **шельфом.** Эта отмель слегка наклонена в сторону океана. Глубина вдоль океанских берегов не более 200 метров. Шельф может отходить

от берега недалеко, всего на пару километров, а может тянуться на тысячу километров.

За материковым шельфом морское дно обрывается довольно резко, и глубина сразу нарастает до 2500—3000 метров. Большая часть Мирового океана расположена над плоскими подводными равнинами, лежащими на большой глубине. Раньше люди думали, что морское дно очень ровное и лишь в некоторых местах на нем поднимаются острова. На самом деле поверхность морского дна очень неровная: как и на суше, на ней есть возвышенные участки и долины, расположенные в толще морской воды.

Горные хребты на морском дне бывают так высоки, что их вершины приподнимаются над поверхностью воды в виде цепи островов. Примером таких островов могут служить Курильские и Гавайские острова. Иногда острова образуются из-за разрывов материка. Такие острова обычно довольно крупные, и отходят они от материкового берега очень медленно. Так образовались острова Гренландия, Мадагаскар и некоторые другие.

КАК ДВИЖЕТСЯ ВОДА?

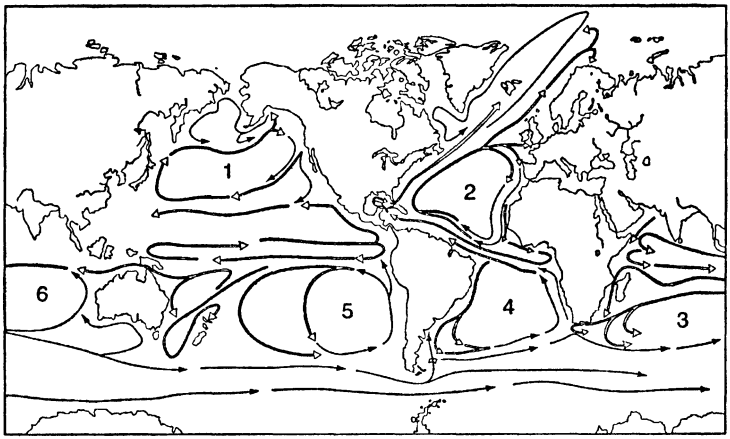
Вода в океане постоянно перемешивается. Легкие волны или жестокие штормовые валы служат причиной перемешивания воды. Во время шторма высота волны может достигать 30 метров.

Волны постепенно разрушают каменистые берега и обкатывают оторвавшиеся камешки друг о друга, до тех пор, пока они не превратятся в гальку или песок. Сила волн так велика, что всего за несколько лет берег может отступить на несколько метров.

Жители океанских берегов могут видеть, как два раза в сутки вода отступает от берега и снова поднимается. Это **приливы и отливы.** Вода отходит от берега и возвращается к нему из-за того, что ее перемещает сила притяжения Луны. Люди считали, что это дыхание моря, которое казалось им большим живым существом. Если прибрежная отмель пологая, понижение уровня океана в результате отлива может обнажить морское дно на насколько километров. Самые высокие в мире приливы у берегов Северной Америки, они достигают высоты 18 метров.

Многие растения и животные приспособились к временному существованию на воздухе. Моллюски схлопывают раковины, водоросли просто настолько жесткие, что не успевают погибнуть, мелкие рачки и медузы скатываются в небольшие лужи до следующего прилива. Зона вдоль берега, которая осушается и затапливается приливами и отливами, называется **литоралью**, а временные водоемы, образующиеся во время отлива, — **литоральными ваннами.**

Вода в океане движется также благодаря сильным течениям. Одно из самых известных морских течений — **Гольфстрим** в Атлантическом океане. Эта могучая океанская река



Течения и круговороты в океане:

1 — северотихоокеанский круговорот; 2 — североатлантический круговорот; 3, 6 — южноиндоокеанский круговорот; 4 — южноатлантический круговорот; 5 — южнотихоокеанский круговорот

увлекает массы теплой воды от берегов Америки, перемещая их до берегов Европы у Северного Ледовитого океана. Гольфстрим делает климат берегов, вдоль которых протекает, гораздо более мягким. В этой океанской реке воды в 20 раз больше, чем во всех реках мира.

Гольфстрим — теплое течение, но есть и холодные. **Течения** возникают из-за ветров и разницы в температуре морской воды в различных частях океана. Иногда течение вызывается причудливой формой морских берегов. Кроме того, на образование океанических течений влияет плотность воды, которая меняется в зависимости от температуры и насыщенности солями.

Некоторые течения приносят к поверхности воду с больших глубин и доставляют большое количество органических веществ. В таких частях океана жизнь кипит, и вслед за мелкими организмами появляется большое количество рыбы.

ЧТО ТАКОЕ ЛЕДНИКИ?

Большая часть воды на суше находится в виде льда. Там, где выпавший за зиму снег не успевает растаять и накапливается, он через некоторое время превращается в лед. Ледники образуются в полярных областях и высокогорьях. Ледяной панцирь покрывает более одной десятой всей поверхности Земли.

Покровные ледники одевают континент Антарктиду и остров Гренландию. Толщина покровного ледника составляет 3—4 километра. Лед течет, но очень медленно. Тяжелый и твердый лед обрушивается в океан под собственным весом, и многотонные пласты льда становятся **айсбергами** — гигантскими плавучими горами.

На севере айсберги отрываются от ледника, покрывающего Гренландию. Они не так велики, как те, что образуются из антарктических льдов. Некоторые айсберги поистине огромны и имеют протяженность более 100 километров. Айсберги плавают до тех пор, пока более теплая вода не превратит лед в жид-

Дрейфующие ледяные острова

кость. Морские течения носят ледяные глыбы по морям иногда многие десятилетия. Антарктические айсберги могут существовать так долго потому, что внутри них сохраняется

Образование айсбергов

очень низкая температура, до минус 60°С. Гренландские айсберги редко существуют дольше двух-трех лет.

Плывущая в море ледяная гора выглядит очень красиво, но рассмотреть ее вблизи непросто, так как любое судно, которое рискнет подойти слишком близко, подвергается серьезной опасности и может повторить судьбу «Титаника».

Горные **ледники** похожи на медленные реки, стекающие с вершин перевалов. Лед с силой заглаживает склон. Именно поэтому склоны ледниковых долин очень гладкие. Там, где проходят ледники, остается много каменных обломков и песка, образующих осыпные валы, которые называются **моренами**. Часто в таких местах можно обнаружить много валунов

Сползание горного ледника

округлой формы. Ледники двигаются довольно быстро, проползая в сутки несколько сантиметров или несколько десятков метров. Длина ледника достигает нескольких километров.

ЧТО ТАКОЕ РЕКИ?

Дождь и снег, падающие на сушу, пополняют запасы пресной воды, которая собирается в реки. Равнинные реки обычно довольно извилистые и текут неторопливо, горные реки текут по долинам и несутся с большой скоростью.

Ливень — это очень сильный дождь. Если за минуту уровень воды поднимается в луже более чем на 1 миллиметр, то дождь называют ливнем.

Самая длинная река в мире — Нил. Его длина более 6 тысяч километров. Больше всего воды выносит в море Амазонка.

Реки всегда были важны для людей: они давали людям пресную воду, возможность ловить рыбу и передвигаться на лодках. Первые цивилизации возникли возле больших рек, потому что жизнь в речных долинах обеспечивала, помимо прочего, большие урожаи — вода приносит органические вещества, которые удобряют почву.

Реки начинаются в горах или других возвышенных местах из источников, дающих начало небольшим ручьям. По мере того как

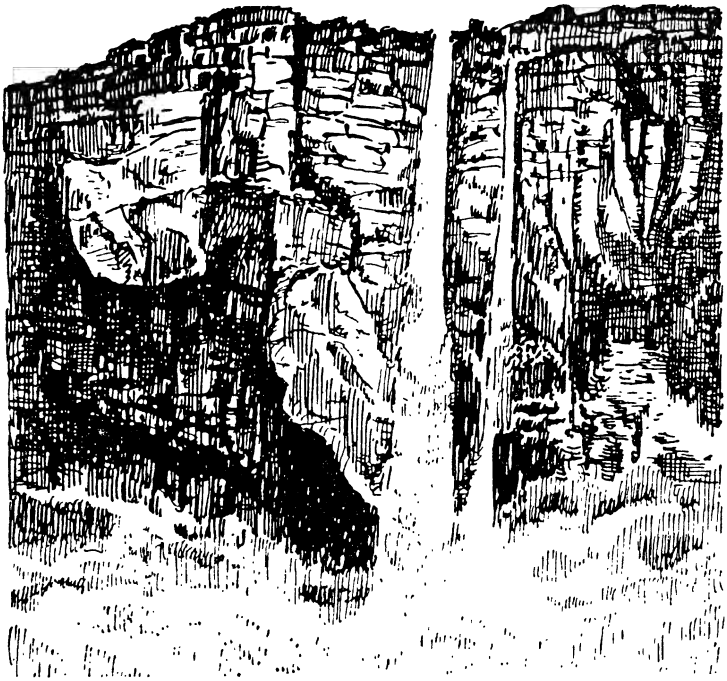
Русло реки

поток движется, в него поступает все больше воды из притоков и со склонов речной долины, и постепенно тоненький ручей превращается в большую полноводную реку.

Реки переносят очень много частиц почвы и горных пород. Эти частицы откладываются по берегам и сносятся в моря. Чем более мутная вода, тем больше частиц несет река.

Иногда русло реки неожиданно обрывается уступом и вода некоторое время летит в воздухе, прежде чем снова коснется земли. Такие места называются **водопадами.**

Некоторые водопады — колоссальные каскады воды. Самый высокий в мире водопад Анхель находится в Южной Америке. Вода отрывается от каменного уступа и падает с высоты более километра. Правда, река, которая дает начало этому водопаду, не очень полноводная. Ниагарский водопад на границе США и



Водопад Анхель

Канады ниже, но он несет огромное количество воды, которая обрушивается широкой пенной стеной.

КАК ОБРАЗУЮТСЯ ОЗЕРА?

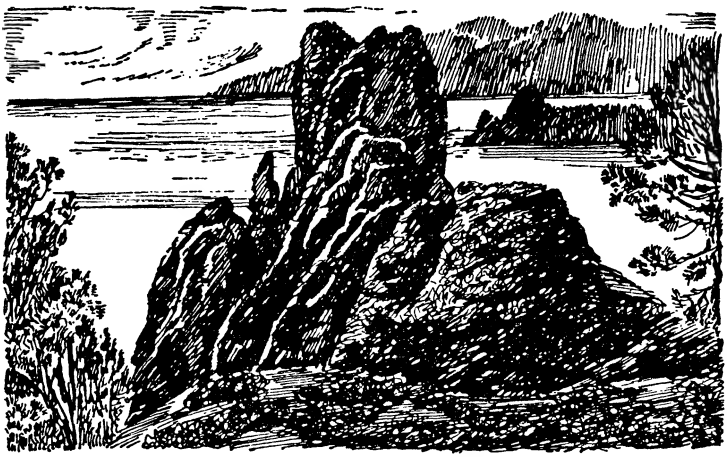
Во впадинах земной поверхности, которые заполняются водой, образуются **озера**. Озеро может образоваться и в кратере потухшего вулкана. Иногда горные обвалы засыпают горные долины, и возникает естественная запруда.

Такие озера появляются неожиданно, например, в результате землетрясений. Самые глубокие озера возникают в разломах земной коры. Трещины заполняются водой, и образуются такие озера, как Байкал и Иссык-Куль. Глубина озер может быть несколько сотен метров.

Самое глубокое озеро в мире — Байкал. Его глубина 1637 метров. Это озеро содержит около одной пятой всей пресной воды в мире. Возраст Байкала — около 2 миллионов лет. Байкал существовал задолго до того, как возник человек, и по его берегам ходили животные, которые давно вымерли. Благодаря уникальным условиям в этом озере встречаются животные и растения, которые невозможно обнаружить нигде в мире.

Озера бывают проточными и бессточными. Проточными называют озера, из которых вытекает хотя бы один ручей или река. В бессточные озера реки лишь впадают. Озера могут быть и солеными. Соленые озера иногда гораздо солонее моря. Так, Мертвое море — это озеро, которое в 8 раз солонее океана.

Больше всего разнообразных обитателей озер вблизи береговой линии. Тут лучше прогревается вода. Корни и нижние части многих растений погружены в воду, а листья находятся в воздухе. Обилие растительной пищи привлекает разнообразных беспозвоночных, а вслед за ними появляются рыбы и лягушки. Большие глубины доступны не для всех растений. Длинные черешки листьев кубышки и кувшинки



Бухта Песчаная на Байкале

позволяют им занимать участки дна, недоступные для других растений, стебли которых не могут достичь поверхности с большой глубины.

Для того чтобы получить доступ к солнцу, некоторые растения жертвуют связью с дном и отправляются в свободное плавание. Так живет ряска, покров которой бывает таким густым, что воды может быть не видно. Плоские зеленые диски ряски — это стебли, а листьев у нее нет.

КАК РАБОТАЕТ БРИЗ?

Вода и суша нагреваются по-разному, поэтому из-за разницы температур в прибрежных областях возникает ветер, который невозможно почувствовать вдали от морских берегов. Жаркие лучи солнца нагревают сушу гораздо

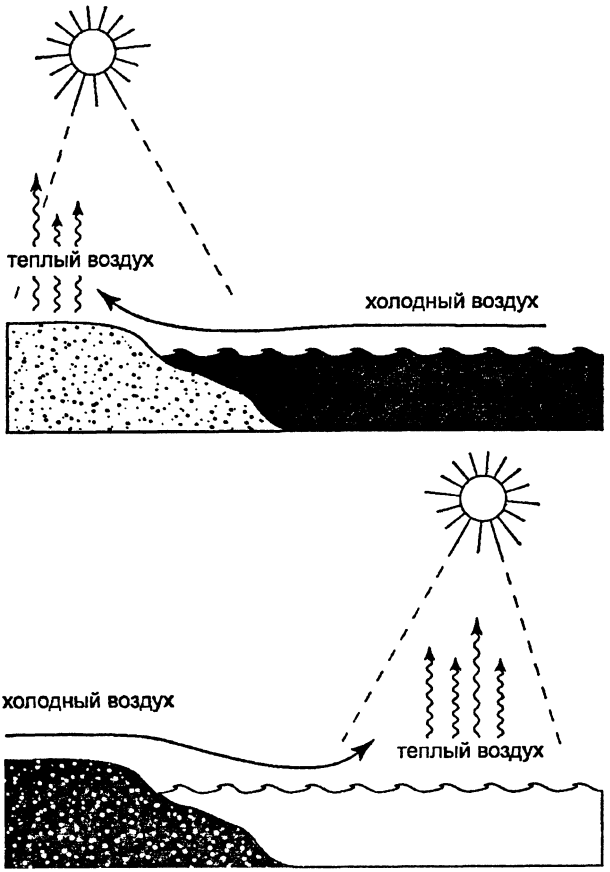


Схема образования бриза

быстрее, чем поверхность моря. Прохладный морской воздух днем перемещается с моря на берег. Когда солнце садится, суша быстро остывает, а море еще долго хранит накопленное за день тепло. Поэтому ночью ветер дует в противоположном направлении, с берега на море. Такие ветра называются **бризами.**

Сила ветра используется многими растениями и животными. Семена часто распространяются при помощи ветра, и широкие выросты — крылатки — на них работают как паруса, унося семена далеко от родительских растений. Таким образом разлетаются семена многих деревьев, например липы, березы, ясеня и клена. Чем шире крылатка семени, тем дальше его может унести ветер. Семена одуванчика пролетают более 10 километров от растения, на котором они созрели. В степи некоторые растения к моменту созревания семени засыхают, и после того как сухое растение отламывается у корня, его долго носит ветер. Такие растения называют перекати-полем.

Ветер играет очень важную роль в жизни насекомых. **Насекомые** — первые животные, поднявшиеся в воздух и способные к активному полету. Несмотря на то что они машут крыльями и могут менять направление полета, ветер, конечно, с легкостью подхватывает насекомых и уносит их на большие расстояния. Большая часть насекомых в ветреную погоду не рискует подниматься в воздух. Насекомые определяют силу ветра с помощью множества ветрочувствительных щетинок, расположенных на теле. Для того чтобы определять силу ветра, на теле насекомого располагается множество ветрочувствительных щетинок. Почти всюду можно найти наездников — маленьких паразитических насекомых. Малейшее дуновение ветра среди травы уносит их очень далеко. Призем-

литься они могут только в тот момент, когда порыв ветра утихнет.

Летящий жук-бронзовка

Невзирая на ветер некоторые насекомые, могут пересекать океан. Неторопливые шмели пролетают до 50 километров в день, а стрекозы и некоторые бабочки гораздо больше.

Птицы полагаются на силу мощных крыловых мышц. Некоторые из них вынуждены постоянно махать крыльями, другие же держат крылья практически неподвижно и могут планировать часами. Многие морские и хищные птицы способны не опускаться на землю в течение многих часов. Их поддерживают в воздухе потоки теплого воздуха, поднимающиеся вверх. Скорость полета птиц невелика, всего несколько десятков километров в час, и лишь стриж может достигать скорости 170 км/ч. Уменьшить нагрузку на крыловые мышцы птице позволяет множество приспособлений для облегчения тела: кости птиц полые, а многие парные органы становятся одиночными. Полет птиц облегчает также обтекаемая форма тела.

ЧТО ТАКОЕ ПОЧВА?

В результате разрушения гор образуется довольно много мелких частиц, так называемого мелкозема. В него легко попадают воздух

и вода, что создает хорошие условия для жизни многих организмов. Совместная деятельность этих существ стала причиной образования **почвы**. Тип почвы зависит от того, на какой горной породе она находится. Почва, образовавшаяся на граните, отличается от той, что возникла на известняке.

Если порода твердая, то почва образуется на ней очень медленно, а на мягких породах этот процесс длится всего несколько лет.

Растения постоянно изменяют почву. Их корни переплетаются в верхних слоях и по мере роста разрыхляют почву: отмершие части растений и опавшие листья пополняют запасы органических веществ в почве, то есть добавляют в почву так называемый **гумус**, или **перегной**.

Пожалуй, еще более активно изменяют почву **бактерии**. Они заняты в основном тем, что из сложных биологических молекул в гумусе делают более простые. Животные тоже очень важны для развития почвы. Личинки насекомых, дождевые черви, кроты постоянно перемешивают все, что называется почвой.

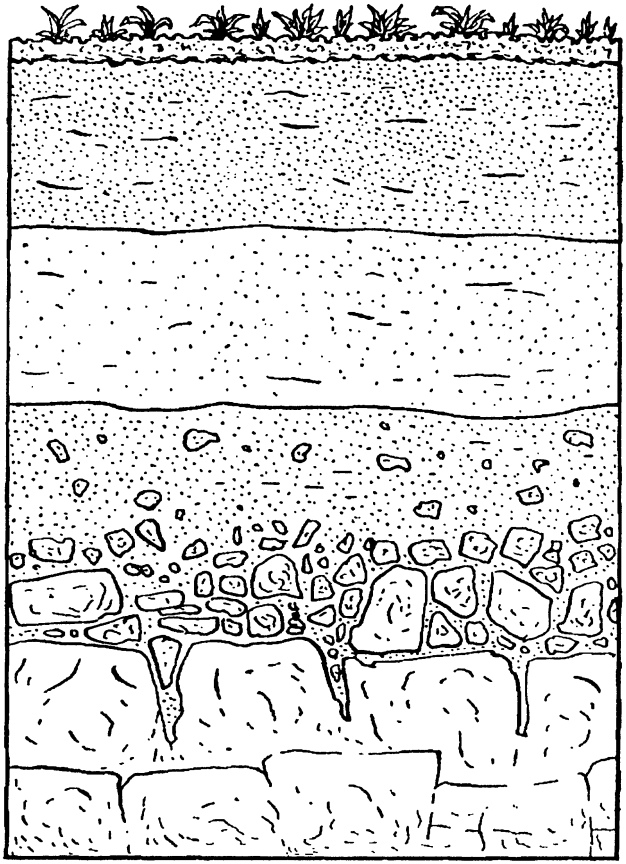
Одни из первых на безжизненных скалах появляются лишайники. Для их жизни нужно очень немногое, и они поселяются даже на голой скале, получая все необходимое из воздуха.

Вода и воздух в почве необходимы корням растений. Чем больше в почве растительных остатков и минеральных веществ, тем лучше чувствуют себя растения. Поскольку на лугах

Растения плохо растут на бедных почвах, но избыток удобрений тоже может принести вред. Если химических удобрений много, то растения начинают накапливать их в себе, а, значит, эти неиспользованные химические вещества попадут к нам в пищу. Поскольку мы довольно сильно отличаемся от растений, удобрения, приносящие растениям пользу, попадая к нам в организм, вредят здоровью.

Почвоведы для исследования слоев почвы — **горизонтов** — выкапывают специальные ямы с гладкими стенками, на которых хорошо видны темные и светлые слои. Такая яма называется почвенным разрезом. Верхняя часть почвы покрыта перегнивающими остатками растений, чуть ниже все переплетено корнями, а дальше химические вещества под действием просачивающейся воды опускаются в более низкие слои и образуют характерный полосатый рисунок. Почвенные горизонты отличаются размерами почвенных частиц и цветом. Иногда почвы бывают довольно сильно насыщены разнообразными солями, и не все растения могут выдержать, когда их корни находятся фактически в крепком соляном растворе. Обычно такие растения имеют довольно странный вид и похожи на растения засушливых областей.

Типы почв получили свое название по цвету почвенных горизонтов: черноземы, красноземы, серые лесные, бурые, каштановые почвы. Чернозем имеет черный цвет благодаря



Почвенные горизонты

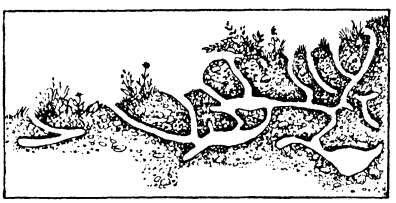
большому количеству органических веществ, а краснозему такой яркий оттенок придают крошечные частицы железа.

Почва и растительный покров очень сильно влияют друг на друга, и часто, глядя на лес или луг, можно довольно точно определить, какая почва находится под ногами, и, наоборот, по

почвенному разрезу можно сказать, какие растения пронизывают почву корнями.

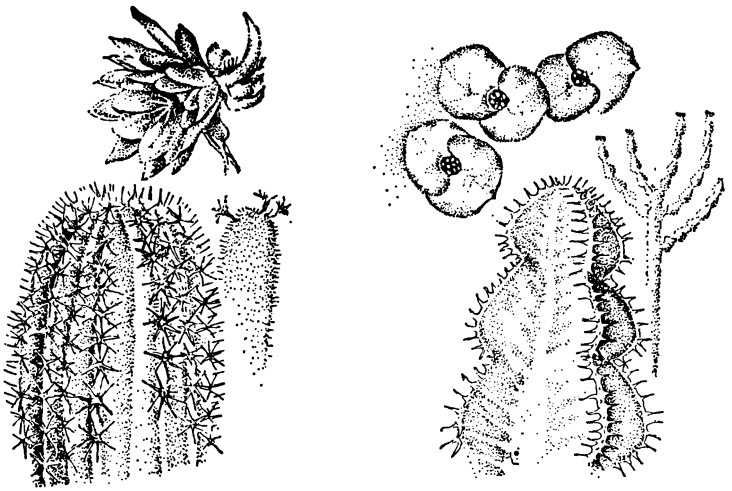
Несколько десятилетий назад был разработан способ выращивания растения без почвы. Песок, мелкие камешки или гравий, поливают специальными питательными растворами, и растения живут в таких условиях, образуют цветки и плоды. Такой способ разведения растений называется **гидропоникой**.

В почве ни на минуту не прекращается жизнь. В небольшом комочке умещается огромное количество маленьких организмов. Больше всего здесь бактерий. В почве живут особые грибы и водоросли. Насекомые и их личинки прокладывают в почве тоннели, питаясь органическими остатками, корнями растений и друг другом. Муравьи и термиты создают под поверхностью почвы огромные гнезда с миллионным населением. В почву проникают и более крупные животные. Многие звери и птицы устраивают себе подземные убежища, а некоторые из них, например кроты, слепыши и цокоры, редко покидают свои галереи и выходят на поверхность.



Норы альпийского сурка

Растения разных природных зон приспосабливаются к специфическим условиям жизни. В **пустынях** корни растений достигают

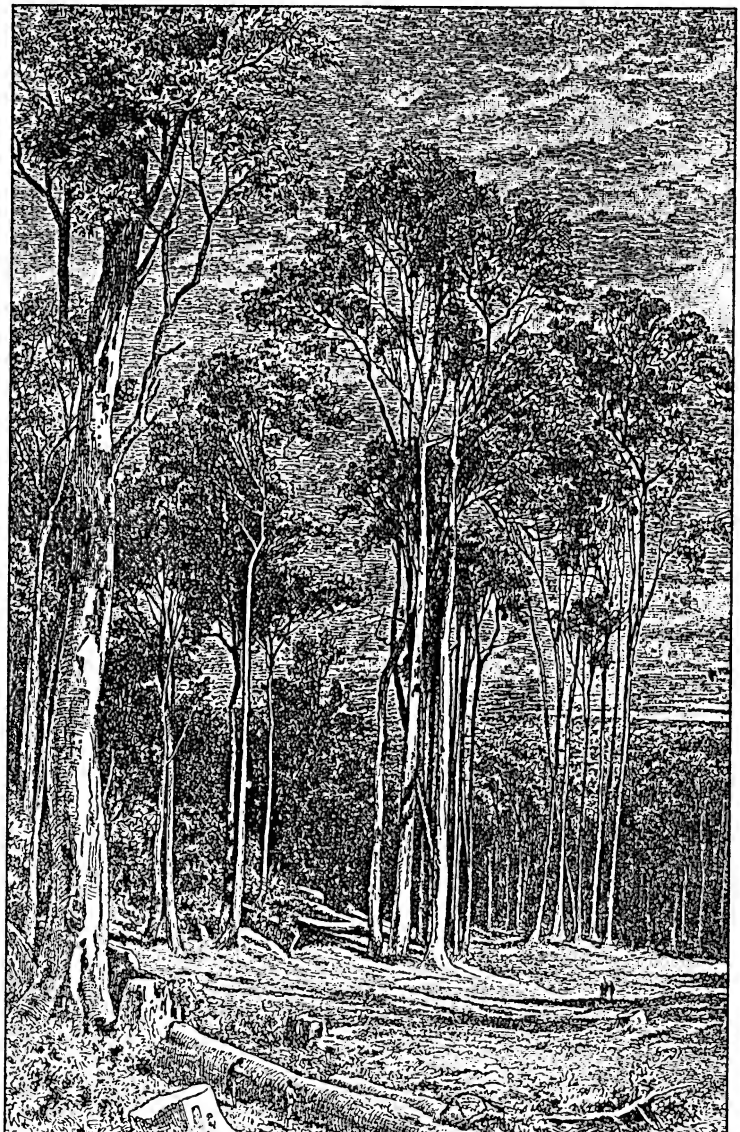


Кактус и похожий на него молочай

большой глубины, чтобы добыть хотя бы немного влаги. Корни верблюжьей колючки проникают на глубину до 20 метров. Кактусы, растущие в похожих условиях, распространяют свои корни вдоль поверхности почвы, чтобы собирать редкую влагу с возможно большей поверхности. Толстый стебель кактуса служит надежным запасом влаги.

Если почва очень влажная, растения приспосабливаются и к таким условиям. Некоторые из них испаряют огромное количество влаги через свою листву. Эвкалипты — австралийские деревья, обладающие такими свойствами. Их используют для осушения заболоченных земель.

Частицы почвы могут переноситься на большие расстояния водой или ветром. Пыльные



Эвкалиптовая роща

бури порой срывают большую часть плодородного слоя и переносят его за тысячи километров.

ЖИЗНЬ НА ЭКВАТОРЕ

Первые представления о природных зонах, по-видимому, сформировались в Древней Греции. Греки считали, что на крайнем севере и крайнем юге, где океан заморожен, жизнь невозможна, как невозможна она в центральном жарком поясе, где океан кипит. Населенными считались два умеренных пояса, лежащих между холодными и жарким поясами. Сами греки и другие известные им народы жили в северном поясе, а обитаемость южного пояса лишь предполагалась.

Джунгли, экваториальные дождевые леса, сельва — все это пояс экваториальной растительности. Здесь круглый год ровная температура и высокая влажность и огромное количество видов животных и растений, многие из которых еще не открыты.

Постоянное тепло и частые дожди вызывают бурный рост растений и жестокую борьбу за место и солнечный свет. Всего за несколько лет дерево достигает огромной высоты, а в средней полосе для того, чтобы дерево выросло до высоты 30 метров, нужно более ста лет.

Лианы, как кустарники и деревья, прорастают в земле из семян, но вскоре начинают цепляться при помощи усиков за молодые

Ярусное строение дождевого леса

деревца и поднимаются вверх вместе с ними. Иногда лианы так сильно обвивают дерево, что оно не выдерживает их вес. Лианы могут так стянуть древесный ствол, что дерево больше не может расти в толщину и засыхает.

В дождевых лесах экваториальной зоны не редкость растения, которые никак не связаны с почвой, а растут в кронах деревьев. Такие растения называются **эпифитами.** Среди эпифитов немало орхидей. Корни эпифитных орхидей устроены таким образом, что способны впитывать влагу из воздуха — влажный климат обеспечивает достаточное количество воды для поддержания их жизни. Эпифиты есть и в средней полосе. Зеленые мхи, взбирающиеся по стволам живых и влажных деревьев — это настоящие эпифиты. Иногда почва накапливается в

дуплах или развилках ветвей, и в таких местах могут расти некоторые папоротники.

Так как все растения пытаются максимально полно использовать малейшие лучи солнечного света, полог экваториального леса оказывается очень плотным, и в таких джунглях царит полумрак. На дне этого лесного океана выживают немногие растения, но зато в кронах кипит жизнь. Многие животные населяют верхние этажи этих сырых лесов.

Для изучения животных в кронах деревьев их иногда окуривают дымом и ловят добычу при помощи специальных сетей или воронок. Ежегодно в кронах находят сотни и тысячи

Эпифитная бромелия
на стволе тропического дерева

Колибри опыляет цветок

новых для науки видов. Некоторые виды насекомых населяют очень небольшие участки лесов, и шанс, что они попадут на глаза ученому, очень невелик.

Яркие цветки Южной и Центральной Америки привлекают маленьких птиц, способных зависать в воздухе — **колибри**. Они такие легкие и так быстро машут крыльями, что могут питаться нектаром цветов, не совершая посадку. Таким образом, некоторые растения опы-

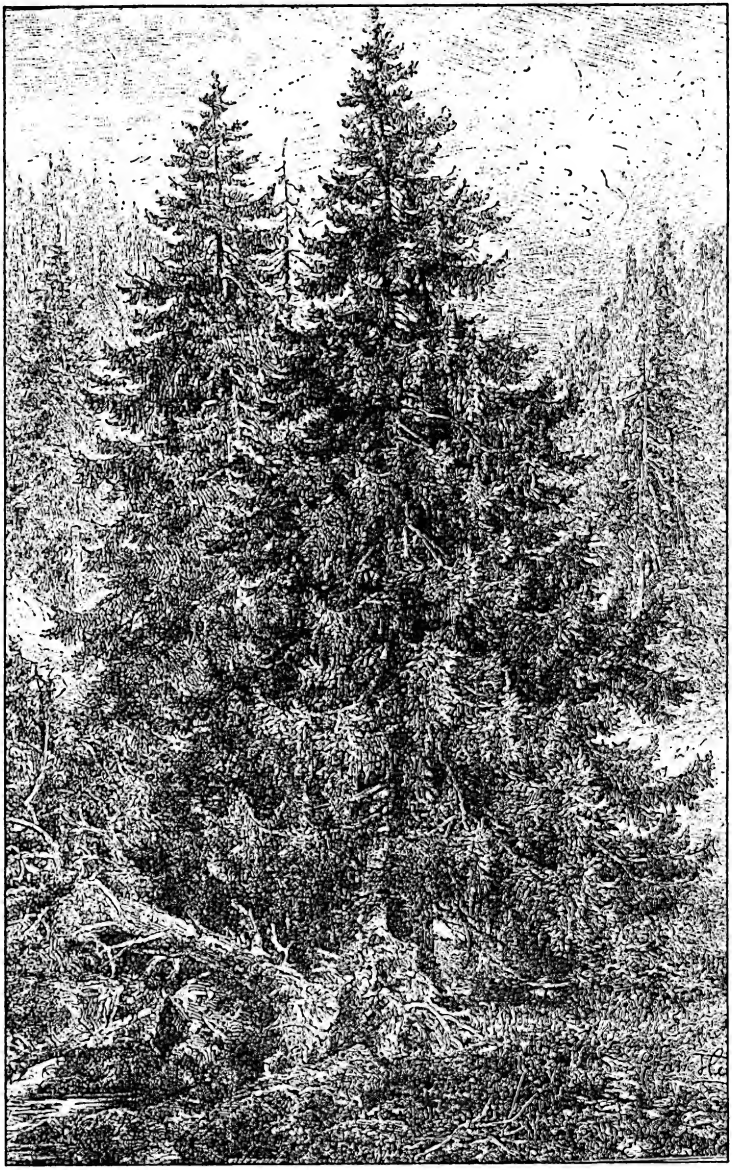
ляются не ветром или насекомыми, как бывает чаще всего, а птицами.

В экваториальных лесах под действием солнечного света образуется большое количество органических веществ. На одной и той же площади в экваториальном лесу находится в тысячу раз больше живых организмов, чем в пустыне, если сравнить их вес. Все эти растения выделяют много кислорода. Значительная часть кислорода, которым мы дышим, попадает в воздух благодаря растениям экваториальных лесов.

К сожалению, в странах, где больше всего экваториальных лесов, плотность населения стала такой высокой, что люди не могут не вырубать эти леса. Восстановление леса на том же месте оказывается практически невозможным, в лучшем случае, это потребует очень долгого времени.

КАКИЕ БЫВАЮТ ЛЕСА?

Экваториальная зона, конечно, не единственное место, где растут деревья. Леса есть в тропиках и субтропиках и, конечно, в умеренной зоне. Леса средней полосы России в северной части, а также леса Сибири называются тайгой. **Тайга** — это лес, где больше всего хвойных деревьев. В России самой распространенной древесной породой является лиственница. Много также ели, пихты, сосны. Все это деревья, образующие таежные леса.



Ель

В тайге есть и лиственные деревья — береза, осина, ольха, но их относительно немного. Таежный климат отличается малым количеством тепла и влаги, кроме того, резкая смена времен года замедляет рост растений, и большую часть холодного сезона растения замирают и не растут.

Холода таежной зимы сказываются и на жизни животных хвойного леса. Медведь проводит зиму в берлоге, и лишь в некоторые годы в теплую зиму побеспокоенные медведи бродят по лесу, заглядывая и в деревни. Таких медведей называют шатунами, они часто бывают голодны и довольно опасны. Лось, рысь, заяц и белка — типичные обитатели тайги. Все они одеты в теплый мех, а перед зимой он становится еще гуще.

Бурый медведь

Хорошо защищены от холодов и глаз хищников и таежные птицы. Черное перо глухарей и тетеревов делает их едва заметными на фоне темных еловых лап. Бесшумный полет и пестрая окраска совы помогают ей охотиться за добычей.

Южнее тайги располагаются смешанные леса. Здесь хвойные и лиственные деревья встречаются примерно поровну, еще южнее можно найти широколиственные леса, где основные породы — это дуб, клен, вяз, ясень, липа.

Смешанные леса привлекают волков, лис и многих копытных — оленей, косуль и кабанов.

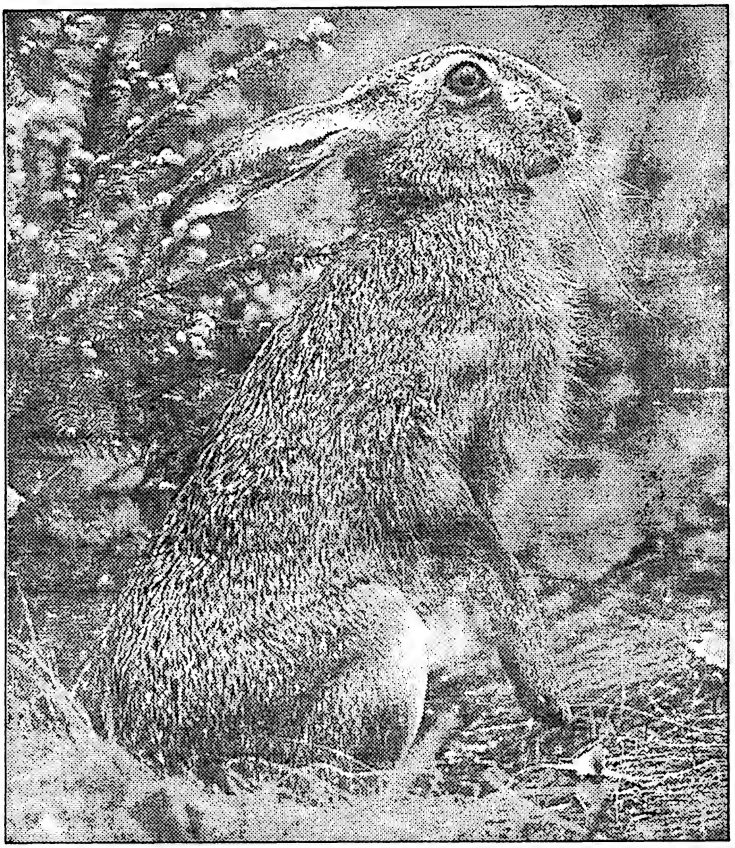
Если ты выбрался с друзьями в лес, помни о том, что разведенный вами костер, может быть, доставит недолгую радость, но последствия такого веселья будут заметны еще многие годы. Кострище очень медленно зарастает, поэтому лучше найти старое и развести огонь на нем.

Конечно, чистая зеленая поляна выглядит более привлекательной для разведения огня, тем более что вокруг старого костра часто бывает намусорено. Вы быстро соберете и зароете мусор у старого кострища и разведете на нем огонь, а на зеленую поляну сходите просто так, это будет реальное полезное дело. Возможно, животные и растения не чувствуют радости от того, что остались в живых благодаря вашей заботе, но то, что лес остался красивым, — полностью ваша заслуга.

Рысь

Если все же приходится разводить костер на новом месте, лучше осмотреться, прежде чем начинать таскать дрова и подносить спичку к сложенному очагу. Нельзя разводить огонь под деревьями. Хочется верить, что вам не приходилось попадать в лесной пожар, но, возможно, вы видели съемки этого ужасного бедствия. Большая часть пожаров возникает из-за небрежности людей.

Хорошее место для костра можно найти на берегу реки. Важно, чтобы около кострища не было сухой травы или листьев, а также зарослей тростника, лишайников или сухого мха. Не нужно начинать валить лес для того, чтобы



Заяц

вскипятить котелок чая. В большинстве случаев можно собрать хворост или использовать валежник, кроме того, древесина, высохшая под лесным пологом, часто лучше горит. Самое важное — потушить костер. Несколько угольков, забытые в «пожаробезопасном» месте могут стать причиной чудовищного лесного пожара, гибели тысяч растений и животных и даже людей.

СТЕПИ

Южнее зоны широколиственных лесов лежат **степи**. Они возникли там, где дождей и снега оказывается недостаточно для того, чтобы вырос лес, но вполне хватает для разнообразных трав. В зоне степей климат гораздо теплее, чем в тайге.

Мак

Степь переживает бурные времена весной, когда влаги много и появляется огромное количество цветов. Тюльпаны, маки и фиалки незаметны большую часть года, но весной они покрывают степь сплошным ковром.

Большая часть степей располагается в зоне черноземных и каштановых почв. Хорошие условия для роста трав привели к тому, что большая часть степей была распахана под посевы. Участков настоящей, непаханой степи осталось очень немного, и в истинном виде степь теперь можно увидеть лишь в некоторых заповедниках, где ковыль вьется по ветру, как и в те времена, когда человек еще не пришел в степь с плугом.

ЖИЗНЬ В ТУНДРЕ

Огромные безлесные просторы Севера занимает тундра. Лето здесь короткое и нежаркое, зато день и ночь сияет невысокое солнце; зима суровая, ветреная и морозная, кроме того, полярная ночь длится несколько месяцев. Средняя годовая температура тундры не поднимается выше 0°С.

Почвы северных тундр бедны органическими веществами. Земледелие в зоне тундры практически невозможно, потому что всего в нескольких сантиметрах от поверхности начинаются слои, которые не оттаивают даже летом — **вечная мерзлота**. Тем не менее местами удается выращивать картофель, лук и ячмень.

Тундра

В тундре очень много воды. Из иллюминатора самолета тундра выглядит как огромный озерный край.

Животные, населяющие тундру, очень выносливы, они могут подолгу переносить морозы, сильные ветра и жизнь на промороженной земле. На Севере животные и растения не так разнообразны, как в южных краях.

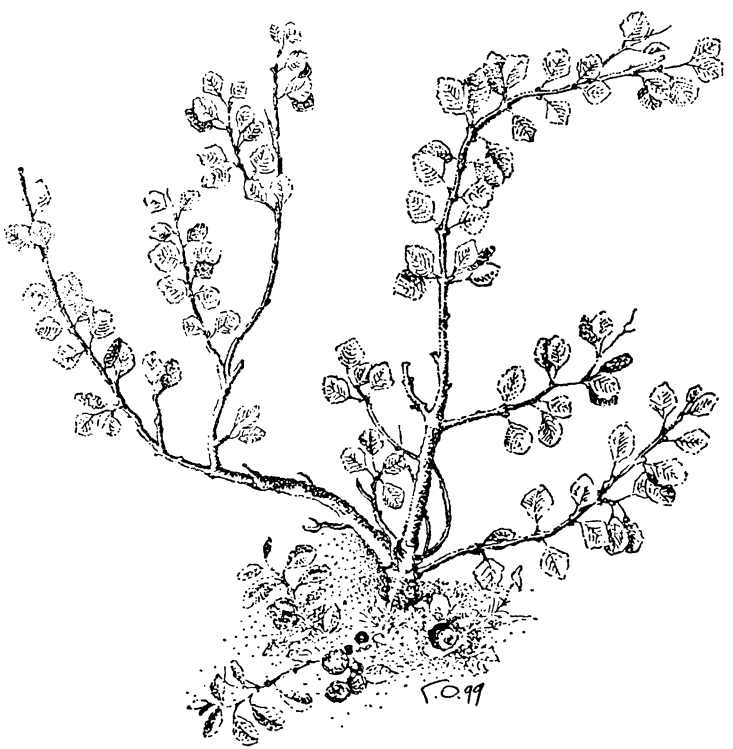
Растения могут рассчитывать всего на пару месяцев теплой погоды и должны успеть за это время вырасти, зацвести и образовать плоды. Времени так мало, что почти все растения зацветают в одно время.

Несмотря на то что тундра безлесна, в ней можно найти и деревья. Это карликовые березы и другие низкорослые деревянистые растения. Высота взрослой березы всего 20—30 сантиметров. Такой небольшой рост позволяет ернику —

зарослям березы успешно сопротивляться натиску ветра и получать больше тепла, располагаясь около почвы.

Длина стебля полярной ивы может достигать 5 метров, но не в высоту, а в длину. Как и карликовая береза, эта ива стелется по земле.

Рост растений в тундре замедленный, поэтому следы любой деятельности человека остаются на многие годы. Старая колея от ма-



Карликовая береза

Лишайник

шины, которая в лесу давно бы уже заросла, в тундре сохраняется очень долго. Лишайники подрастают в этой зоне всего на 1—3 миллиметра в год.

Мхи и лишайники в тундре часто не образуют сплошного ковра, который можно увидеть в тайге, а растут небольшими подушками. Так они лучше защищены от вездесущего ветра тундр.

В ПЕСКАХ

Пустыня — это тундра наоборот. Вместо холода — палящая жара, вместо избытка влаги — почти полное ее отсутствие.

Любые тяжелые условия заставляют живые организмы либо приспосабливаться и выживать, либо пережидать плохие времена и

Пустыня летом

вылезать только когда наступают подходящие условия.

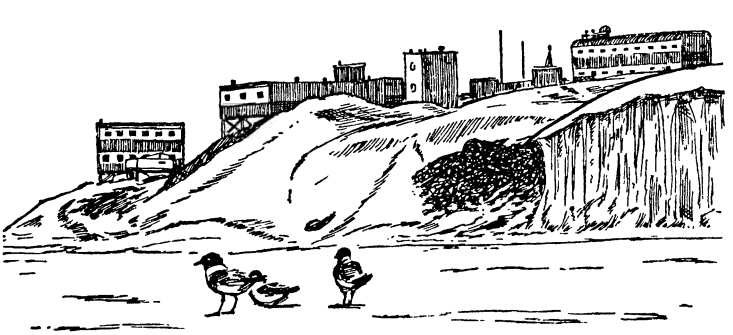
Спячка — один из самых популярных в животном мире способов избежать тяжелой жизни. Хорошо известно, что многие животные севера пережидают зимние морозы в сонном оцепенении. Жаркий сезон в пустыне тоже можно переждать во сне. Так поступают черепахи, суслики и другие животные.

Пустыня весной

ГДЕ ЖИВУТ ЛЮДИ?

Все материки нашей планеты населены людьми. Только в Антарктиде, которая была открыта последней, тяжелые климатические условия не позволяют создать постоянных поселений, зато Антарктида — это материк, где ученые разных стран могут проводить свои опыты, не заботясь о государственных границах — в Антарктиде нет стран.

С древних времен человек селился там, где было удобнее всего жить, где близко была хорошая вода и доступное топливо, где можно добыть еду и укрыться от непогоды, найти одежду и создать необходимые инструменты. На вулканических породах почвы обычно очень плодородны. По этой причине люди, несмотря на то что знали об опасности соседства с действующим вулканом, селились у самого подножия. Это не раз приводило к массовой гибели людей.



Поселок «Мирный» в Антарктиде

Всего 2 тысячи лет назад на Земле проживало не больше людей, чем сегодня в России. Около 2 тысяч народов населяют Землю. В среднем около 40 человек приходится на один квадратный километр суши. В тундре и высоких горах людей почти нет. Больше всего людей живет на равнинах. Самое высоко расположенное селение находится в Южно-Американских Андах, на высоте 5200 метров над уровнем моря. Многие деревни в Тибете тоже находятся выше пятитысячной отметки.

Около 13% суши превращено в пашни. Кажется, что еще так много земель может быть использовано, но на самом деле почти все пригодные для сельского хозяйства территории уже распаханы, а население продолжает расти. Невозможно посеять пшеницу на крутых скалах или в тундре: рельеф и климат — это преграды, которые не удается преодолеть.

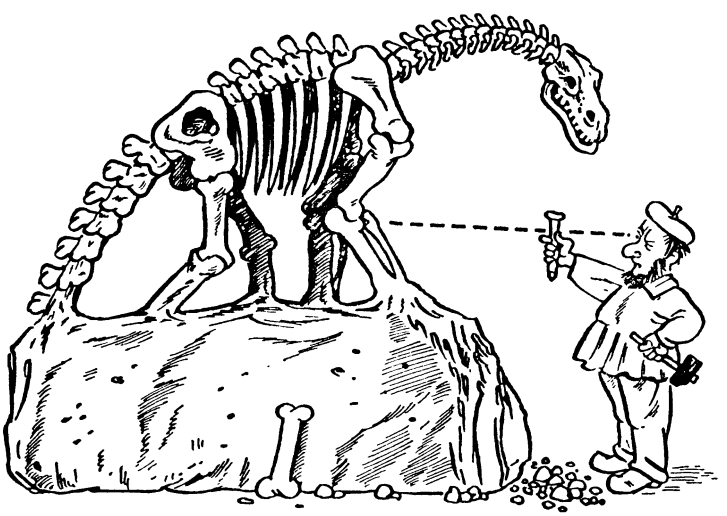
КАК ИЗУЧАТЬ ПРОШЛОЕ ЗЕМЛИ?

Как люди изучают то, что уже не существует? История занимается событиями, которые давно произошли, философия изучает рассуждения давно умерших людей, палеонтология пытается понять, какова была жизнь на Земле в древние времена. Насколько достоверны результаты этих трудов? Многие события оставляют настолько ясные следы, что по ним мож-

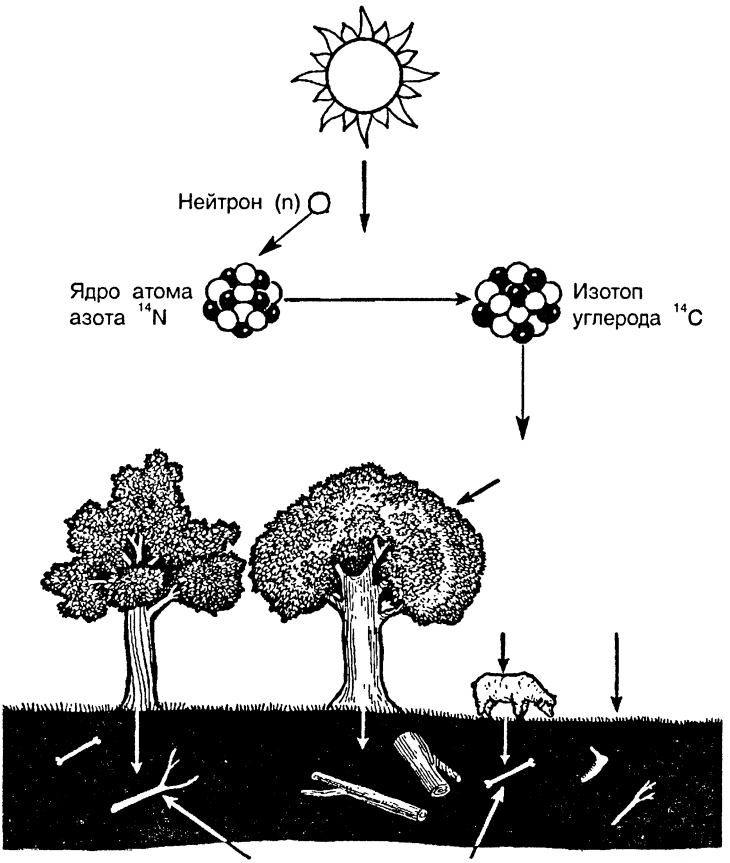
но воссоздать картину прошлого примерно так же, как следователю удается распутать следы преступника.

По строению организма можно догадаться, как именно он развивался. Многие схожие приспособления возникали у разных животных. Копательные конечности, например, можно найти у насекомого медведки и у крота, хотя они не родственники. Известно, что французский биолог Жорж Кювье мог воссоздать облик животного по одной небольшой кости и рассказать, как оно жило.

Долгое время люди не знали возраст Земли. Скорость накопления осадков в морях позволила примерно оценить срок существования нашей планеты — он оказался гораздо больше чем предполагали прежде.



Палеонтолог



Одна из разновидностей радиоуглеродного анализа основана на распаде радиоактивного изотопа углерода

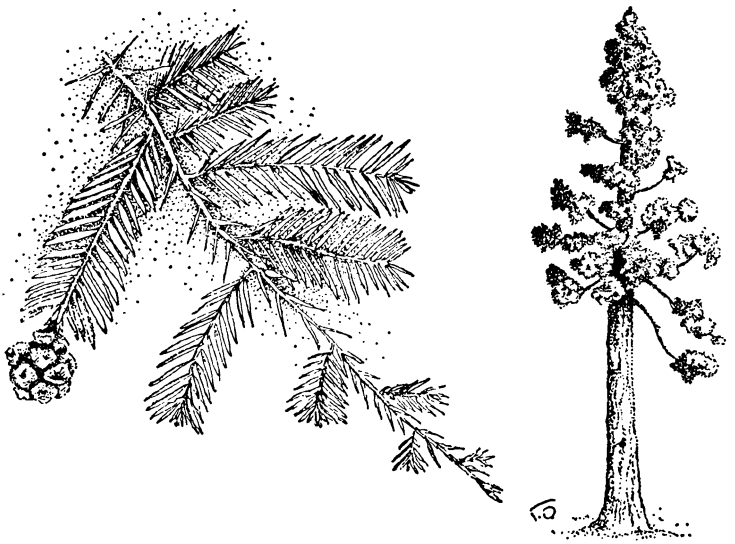
Большую пользу в изучении прошлого оказали **радиоактивные вещества.** Атомы такого вещества постепенно распадаются на части и превращаются в другое вещество. Скорость этого процесса неизменна при любых условиях. По содержанию радиоактивных веществ и

продуктов их распада можно определить возраст горной породы. Это природные часы, заведенные в незапамятные времена и постоянно работающие вокруг нас. Оказалось, что возраст древнейших на Земле горных пород и возраст лунного грунта, доставленного на Землю для изучения, примерно одинаковый. Возможно, все небесные тела действительно возникли примерно в одно время — около 5 миллиардов лет назад.

СКОЛЬКО ЖИВУТ ЖИВЫЕ СУЩЕСТВА?

Живые организмы могут жить веками или считанные часы. Личинки живут несколько лет, а взрослые насекомые всего пару месяцев. Мыши и полевки живут пару лет, более крупные животные, такие, как зайцы и белки, до десяти лет. Волки могут жить и дольше. Размеры животного и продолжительность жизни взаимосвязаны, хотя и относительно небольшие животные могут жить долго. Например, черепахи живут по полтора века.

Растения могут жить и гораздо дольше. Существуют деревья, возраст которых достигает нескольких тысяч лет. Они находятся под охраной как самые старые живые организмы на планете. Это **секвойи**, растущие в Северной Америке, и австралийские эвкалипты. Долгожители есть и среди растений средней полосы.



Секвойя вечнозеленая

Дуб, например, может жить около 1000 лет, липа — 500, сосны и можжевельники — по 400. Продолжительность жизни людей всего несколько десятилетий, и лишь немногие живут более 100 лет.

Сегодня на Земле живет не меньше трех миллионов видов живых организмов — растений, животных, бактерий, грибов и простейших.

Условия, в которых может существовать жизнь, разнообразны. Есть организмы, живущие в очень горячих источниках и замороженных арктических пространствах, высоко в горах и на дне океанов. Среди всех известных нам планет жизнь существует только на Земле. С тех пор как из вещества, оставшегося по-

сле образования Солнца, возникли планеты, прошло несколько миллиардов лет. Наша раскаленная планета остыла и покрылась твердой корой, на которой сейчас мы и находимся. В недрах Земли по-прежнему бушуют огненные бури, но теперь они вырываются на поверхность гораздо реже. Почему же именно на Земле возникла жизнь? Причин несколько.

Солнце, которое дает нашей планете свет и тепло, испускает и другие лучи, которые губительны для всего живого. Толстый слой воздуха, окружающий Землю, — атмосфера — служит защитой от этих лучей и резких перепадов температур.

Все, что мы называем живым, так или иначе связано с водой. На Земле очень много воды, и большая ее часть находится в океанах. Вода есть не только на Земле, но и на других планетах Солнечной системы. Благодаря тому, что Земля находится не очень далеко от Солнца и не слишком близко к нему, основная масса воды остается жидкой, а не замерзает и не превращается в раскаленный пар.

Атмосфера Земли состоит из разных газов, но для дыхания большинства организмов необходим газообразный кислород. Он в достаточном количестве есть на Земле, но на других известных нам планетах атмосфера слишком тонкая или непригодна для дыхания.

Существуют разные предположения о том, как появилась жизнь, — как сложные молекулы стали способны размножаться и, развиваясь,

превратились в бактерий, простейших, грибы, растения и животных. Конечно, никто не мог видеть, как именно это произошло, возможно, жизнь зарождалась на Земле не один раз — мы можем только догадываться и вряд когда-нибудь будем знать это точно.

КАК ЖИВУТ РАСТЕНИЯ?

Растения живут в океанах, на суше, растения летают по воздуху, растут в горах и пустынях. Почему растений так много и почему они так важны для жизни на планете? Откуда берется вся эта огромная масса зеленых листьев, стволы и ветви деревьев и луговые травы? Многие думают, что растения используют вещества, которые содержатся в почве, и из них строят свой организм. На самом деле растения, в отличие от животных и грибов, питаются совсем по-другому. Конечно, вещества, поступающие из почвы важны для растения, особенно вода.

Растения сами создают сложные молекулы из простых: из углекислого газа, который содержится в воздухе, и воды, поступившей из почвы, под действием света возникает пища. Это фантастическое появление пищи из воды и воздуха называется **фотосинтезом**. В процессе фотосинтеза происходит выделение кислорода в воздух. Так что без растений кислород в воздухе, вероятно, довольно скоро подошел бы к концу.

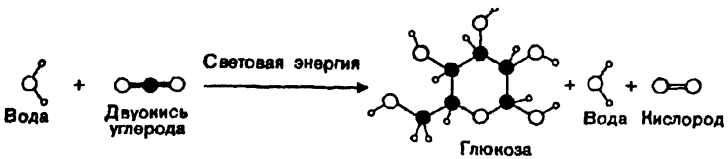


Схема фотосинтеза

Вещества, образовавшиеся в листьях, могут потом дальше превращаться в другие соединения. Растения «делают» себя сами, и растения «делают пищу» для всех. Животные, которые питаются зелеными растениями, от тли до оленя, используют уже созданную пищу — растения. То же самое делаем и мы, когда грызем яблоко, едим жареную картошку и овощи. Растительноядные животные, в свою очередь, могут стать чьей-нибудь добычей.

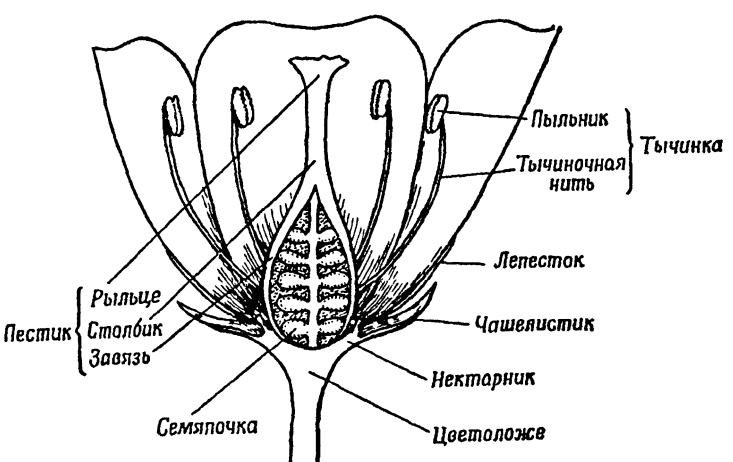
Человек издавна использует растения для своих нужд. Огромные пространства нашей планеты заняты посадками сельскохозяйственных культур. Мы нуждаемся в растительных углеводах — химических соединениях, дающих нам энергию, и витаминах. Семена многих растений используются для получения масел. Изысканный вкус пище придают пряности, и все они — растительного происхождения. Такие растения, как хлопок и лен, нужны людям для производства тканей.

Трудно перечислить все, что можно сделать из древесины. Например, она нужна для производства книг серии «Я познаю мир», ну и других вещей из бумаги, конечно, тоже. Достаточно посмотреть вокруг и на себя, и ты

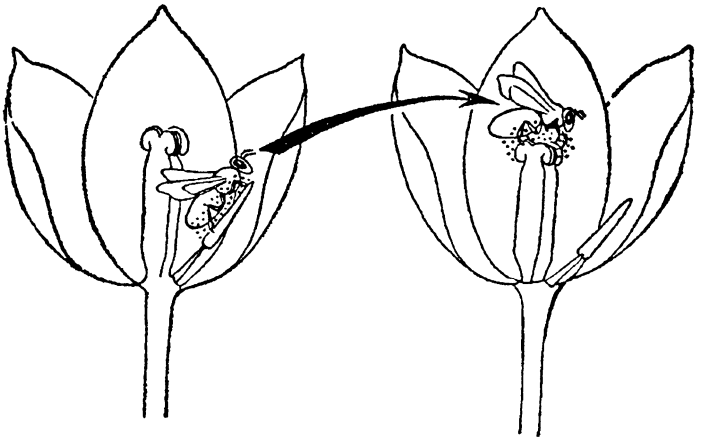
увидишь множество предметов, которые не появились бы, если бы не было растений.

Коров, а значит, мяса и молочных продуктов, овец, дающих шерсть, и многих других необходимых для нашей жизни животных просто не было бы без растений, которые служат им пищей. Кроме того, растения очень красивы и радуют глаз в любое время года.

Существование **цветковых растений**, которых на Земле больше всего, зависит от насекомых, которые переносят пыльцу с цветка на цветок и обеспечивают образование плодов. Многие растения выработали специальные приспособления для привлечения насекомых. Именно для этого нужны яркие венчики цветков, причем на лепестках может быть узор, не видимый человеческому глазу, но за-



Строение цветка



Так пчела опыляет цветок

метный для насекомых. Как правило, линии и пятна на лепестках указывают на источник нектара.

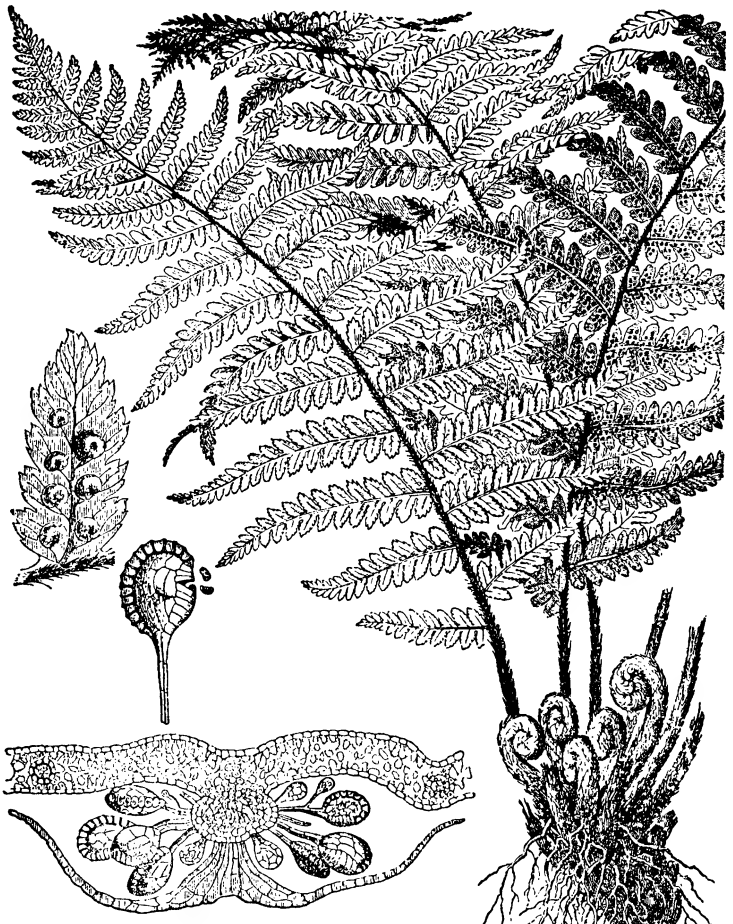
Нектарники в цветке растения выделяют сладкую жидкость, но расположены они обычно в глубине цветка, так что насекомые, пытающиеся добраться до нектара, неминуемо заденут пыльники и перенесут пыльцу на другой цветок. Этот процесс — **перекрестное опыление** — обеспечивает разнообразие потомства.

Некоторые орхидеи очень похожи на насекомых определенных видов, и эта имитация привлекает опылителей. Многие опылители прилетают на цветки ориентируясь на запах. Ряд растений издает тошнотворный трупный запах, обеспечивая себе достаточное количество опылителей — падальных мух.

Не всем цветковым растениям для опыления и размножения нужны насекомые. Пыльца может переноситься ветром, как это происходит, например, у лещины. Ее сережки — едва ли не первые цветы в Европейской России, они распускаются, когда на деревьях еще не распустились листья и пыльца может беспрепятственно летать по лесу. Хвойные растения тоже опыляются ветром, и в период массового «пыления» сосны все в лесу кажется присыпанным тончайшей желтой пудрой, и даже на лужах лежит ненамокающий светлый покров.

В жизни папоротников, хвощей, плаунов, мхов и, конечно, водорослей — споровых растений — важную роль в размножении играет вода. У этих растений не бывает цветков, а таинственный цветок папоротника, который расцветает над зарытым кладом, — просто легенда.

Важно не путать водоросли и водные растения. Водоросли — более примитивные организмы. Хотя они тоже создают пищу при помощи фотосинтеза, у них нет ни листьев, ни стеблей, ни корней, ни цветков. Водоросли это, например, то что, обычно называют «тиной». Водоросли образуют зеленый налет на стекле аквариума, стоящего на свету. Океанские водоросли могут достигать колоссальных размеров и занимать огромные пространства. В прошлом такие поля водорослей нередко служили причиной гибели судна.



Папоротник

Водные растения отличаются от сухопутных лишь тем, что растут в воде, но, как и сухопутные растения, они имеют стебель, листья и корни, на них распускаются обычные цветки.

ЧТО ТАКОЕ КЛЕТКИ?

Развитие оптических приборов вызвало волну невероятных открытий, в том числе и в биологии. Англичанин Роберт Гук рассматривал кору дерева под микроскопом и обнаружил, что вся кора состоит из множества мелких камер, которые он назвал **клетками.** Это произошло более 300 лет назад. С тех пор многое стало известным, и мы знаем, что все живые существа состоят хотя бы из одной клетки.

Одноклеточные существа — это клетки, которые живут как отдельные организмы. Они способны двигаться, питаться, размножаться, то есть делать все, что может нормальный многоклеточный организм. Одноклеточные — это амебы, инфузории и множество других существ. К одноклеточным грибам относятся дрожжи.

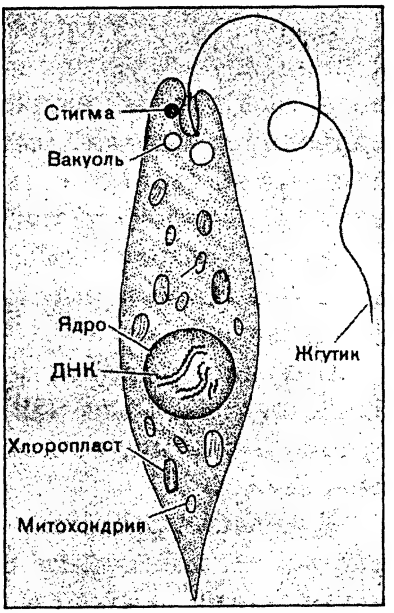
Многоклеточные организмы состоят из большого количества клеток, каждая из которых не может жить самостоятельно, но все вместе они прекрасно работают, и организм живет.

Клетки многоклеточных организмов неодинаковы. Они выполняют разную работу, поэтому и выглядят по-разному.

Группы клеток, которые выполняют одну и ту же функцию, образуют **ткани.** Несколько тканей могут работать вместе для достижения каких-то целей. Например, для того чтобы

рука могла перевернуть страницу, необходимы костная ткань, создающая опору, и мышечная ткань, передвигающая руку, а также другие ткани.

Клетки животных похожи на плотно упакованные воздушные шарики, заполненные супом, только вместо кусочков овощей в жидкости плавают клеточные органеллы. Клетки растений отличаются толстой клеточной стенкой, но, как и другие клетки, они имеют жидкое содержимое. В клетках одновременно идет огромное количество сложных химических реакций. Одновременной работой всех клеток обеспечивается жизнь организма. Клетки можно увидеть и без помощи оптических приборов, например, в рыхлой сердцевине арбуза или помидора.



Строение клетки у эукариот

Все клетки имеют клеточную оболочку. Она удерживает жидкое содержимое внутри. Это содержимое называется **цитоплазмой.** В ней идут все основные процессы жизнедеятельности клетки.

Клетка может приспособиться к жизни в изменяющихся условиях, но до определенного предела. Сильный нагрев или замораживание приводят к гибели клеток. В клетках большинства живых существ, в том числе всех животных, растений и грибов, есть ядро.

Ядро содержит информацию о том, какой должна быть дочерняя клетка, когда произойдет деление.

Эта информация, называемая генетической, в ядре служит как бы набором чертежей будущей клетки, по которым идет постройка всех ее частей.

В клетках растений есть пузырьки с жидкостью — клеточным соком. Эти пузырьки называются **вакуолями**. В клетках плодов особенно много вакуолей. Фактически сок, который мы пьем, — это клеточный сок из вакуолей.

В клетках растений есть особые образования, которые и превращают углекислый газ и воду в питательные вещества. Эти образования называются **пластидами**. Как правило, они зеленого цвета. Та зелень, которую мы видим у растений — это зеленый цвет пластид. Пластиды могут быть желтыми, оранжевыми или прозрачными.

Клетки растений упакованы очень плотно и соединены между собой. Когда эти связи становятся слабыми, клетки могут распадаться, как это можно видеть в рассыпчатой сердцевине перезревшего арбуза.

ЧТО ЗНАЧИТ ВЕСТИ РАСТИТЕЛЬНОЕ СУЩЕСТВОВАНИЕ?

Когда мы задумываемся о том, как живет животное, например кошка, собака, аквариумная рыбка или таракан, многое кажется нам знакомым и понятным. Движения происходят при помощи мышц, глаза нужны для зрения и так далее. У человека и животных очень много общего, и особенности существования животных понятны нам интуитивно.

С растениями дело обстоит сложнее. Мы знаем, что у растений в отличие от животных нет нервной системы. Чувствуют ли они? Вероятно, они не чувствуют изменения окружающего мира так, как животные. Но все же лепестки некоторых растений закрываются на закате или в дождливую погоду, листья поворачиваются вслед за солнцем, рост может ускоряться или замедляться и так далее.

Что значит быть растением? Что значит есть, как растение? Фактически растение начинает питаться с восходом и заканчивает на закате, до тех пор, пока света достаточно для работы пластид.

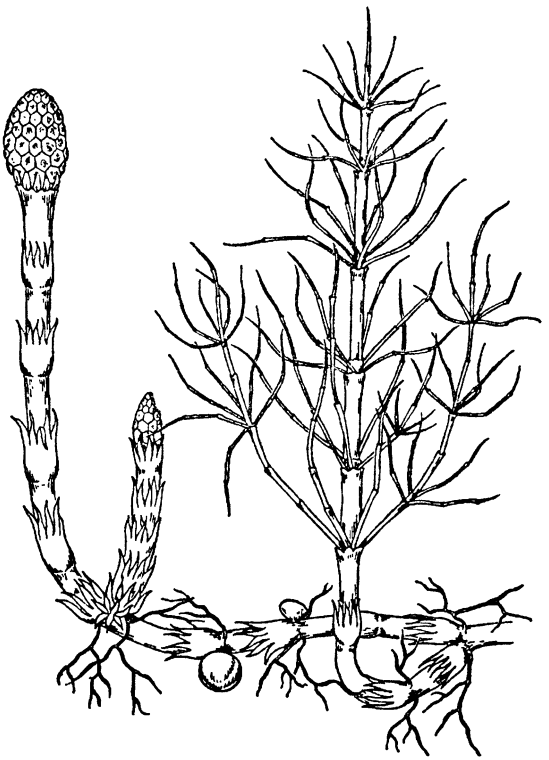
Растения удивительно разнообразны. Цветковые — деревья, кустарники, лианы и травы — устроены очень сложно, различные ткани образуют стебель, лист, корень; на побегах распускаются цветки и созревают плоды. Другие, как, например, мхи, папоротники, хвощи, устроены проще, не образуют цветков

и размножаются при помощи **спор**. Если посмотреть на подушку зеленого мха, то часто можно обнаружить небольшие образования на тонкой ножке. Это **спорангии** — в них находятся споры. У папоротников споры образуются в **сорусах** — коричневых пятнышках, расположенных на нижней стороне многих папоротников.

Стебли могут расти вертикально вверх, могут стелиться по земле, а потом приподниматься, могут обвивать другие растения или цепляться за них, могут уходить под землю, накапливая запасы питательных веществ. В толстых мясистых стеблях растения засушливых областей запасают воду на долгое время между редкими дождями.

Листья тоже изменяются. У некоторых растений они превратились в усики, удерживающие все растения на опоре. В листьях могут запасаться питательные вещества, и тогда образуются луковицы. Иногда листья становятся совсем незаметными, так что растение живет в основном за счет зеленых стеблей, или, наоборот, превращается в огромные зонты, перекрывающие доступ солнечного света к почве.

Как и любой другой живой организм, растение дышит. Для многих жизненных процессов необходим кислород, и растения черпают его из воздуха, который поступает через устьица. Через эти же отверстия проникает и углекислый газ. Это вещество вместе с водой, по-



Хвощ не образует цветков и размножается с помощью спор

ступающей через корни, служит сырьем для фотосинтеза — процесса создания питательных веществ под действием солнечного света.

Чтобы продолжить существование вида, а также для расселения и распространения на новой территории растения размножаются. Из семян, возникающих в плодах, появляются молодые растения, которые через какое-то время тоже зацветают и после опыления образуют плоды.

Существует и иной способ размножения. Например, узамбарскую фиалку можно вырастить, если отломить от взрослого растения лист и поставить его на некоторое время в воду. В нижней части черешка скоро появятся небольшие корни. В это время нужно поместить лист в горшок с влажной землей и спустя несколько месяцев, возможно, удастся увидеть первые цветки.

Размножение частями растения называется **вегетативным**. Оно может происходить и без помощи человека, если часть растения по каким-то причинам оказывается сломанной и попадает в благоприятные для роста условия. Стебель с листьями, отделенный от традесканции, очень скоро превращается во взрослое растение и зацветает. Способность растений размножаться частями используют и на огороде. Если нужно посадить много картофеля, а посадочного материала не хватает, можно зарыть части клубня, и из каждого кусочка образуется большое растение, которое даст новые клубни. Клубни картофеля — это подземные корневища, другими словами, части стебля, а не корня, как часто думают. В отличие от картофеля, морковь, репа, свекла имеют разросшийся главный корень, который и используют в пищу. В размножении черенками тоже используется свойство растений давать новый организм из части стебля.

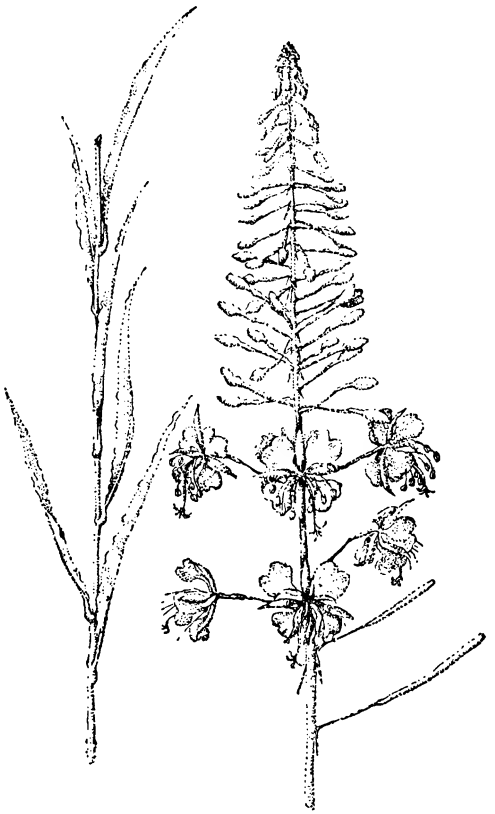
Животные, достигнув определенных размеров, как правило, прекращают рост. Растения

растут всю жизнь. Многие растения каждый год дают новые листья и побеги. Даже самые старые деревья увеличивают крону. В разное время года рост растений идет с разной скоростью: быстрее всего — весной, медленнее — зимой. Именно поэтому в стволах деревьев образуются годичные кольца. Светлые широкие кольца — это прирост в теплое время года. В тропических лесах годичные кольца в древесине не образуются.

СОЛНЦЕ И ЖИЗНЬ

От Солнца зависит существование всего живого на нашей планете. Люди понимали это очень давно, и в разных религиях независимо друг от друга Солнце становилось символом жизни. Без солнечного света растения гибнут, а вслед за ними исчезают и все те, кто питается растениями или растительноядными животными. Светолюбивые растения нуждаются в большом количестве света, а теневыносливые могут расти под пологом леса. К светолюбивым относятся, например, подорожник, одуванчик, иван-чай, а теневыносливые — это ландыши, сныть, многие осоки и мхи.

Большая часть комнатных растений тоже относится к теневыносливым. Но на наших подоконниках темно даже им. Для того чтобы за несколько месяцев добиться пышной зелени на подоконнике, нужно в течение дня



Иван-чай относится к светолюбивым растениям

освещать растения при помощи ламп дневного света или специальных ламп для растений. Успех будет достигнут очень быстро.

Свет играет важную роль и в жизни животных. Ночные и дневные животные живут как будто в разных мирах, несмотря на то что ходят часто по тем же тропам и обладают разными приспособлениями для темноты или яркого света.

Активная жизнь человека проходит в светлое время суток. «Жаворонки» любят вставать раньше и успевают утром сделать множество дел, но к вечеру устают и становятся малоактивными. «Совы» часто засиживаются за работой за полночь, а утром от них не добиться толка.

Кроме света на жизнь обитателей Земли влияет и солнечное тепло. Холодная осень и морозная зима — время покоя большинства растений, они замедляют свой рост, все жизненные процессы замирают в них до весны. Многие животные также проводят холодное время года в покое.

ЭТАЖИ ЛЕСА

В любом лесу, роще рядом с дачей или в экваториальных джунглях можно найти несколько «этажей» — ярусов растительности. Для каждого из нас лес — это, прежде всего, деревья. Поэтому первый ярус считается самым главным — в него входят самые высокие, взрослые деревья в лесу, он называется древостоем. Жизнь леса зависит от того, какие деревья входят в древостой.

Двигаясь по лесной тропинке, мы замечаем, что лес изменяется. Светлую березовую рощу сменяет мрачный ельник, а за огромными, тенистыми дубравами видны песчаные холмы, поросшие соснами. Разные типы леса ученые называют лесными **биотопами.**

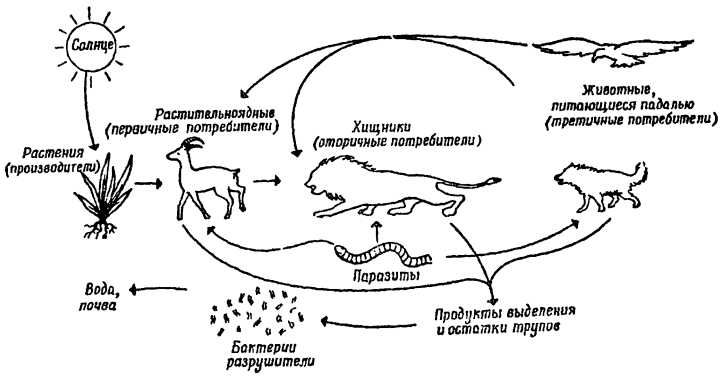
Для развития растениям нужен свет, вода, воздух, подходящая почва и климат, а также отсутствие сильных соперников. В лесу насекомые, грызуны, копытные и другие животные питаются растениями, а их, в свою очередь, поедают хищники или падальщики. За какую бы нить мы не потянули, пытаясь распустить сеть взаимоотношений между организмами, мы увидим, что начинают цепочку поедателей друг друга растения, живущие за счет солнца.

Вкусы лесных травоядных различаются, и если кто-то предпочитает дубовую листву, его ни за что не заставишь есть сочную траву на поляне или питаться нектаром цветов. Именно поэтому от типа леса — биотопа — зависит состав его жителей.

Деревья, конечно, очень важны, но в лесу гораздо больше видов растений поменьше. Деревья, не достигшие половины роста своих родителей, образуют отдельный ярус — подрост.

Еще ниже располагаются кустарники. Часто молодые деревца подроста и кустарники растут вперемешку, но молодые деревья в благоприятных условиях могут стать высокими, а многоствольные кустарники — нет. Кустарниковая растительность леса называется подлеском.

Если света достаточно, то следующий ярус может быть довольно густым, а если лес тенистый — разреженным. Лесные травы и кустарнички составляют травяно-кустарничковый ярус. Кустарнички — это невысокие растения



Цепи питания

с тонкими, но хотя бы частично одеревеневшими стеблями.

В самом низу растут мхи и лишайники. Как правило, они скрыты травами и не образуют сплошного покрова, но в темных ельниках или на севере мохово-лишайниковый ярус бывает очень мощным и занимает всю поверхность почвы.

Если бы в лесной зоне с древних времен не практиковалась вырубка леса, расчистка земель под поля или другие нужды — словом, если бы не рубили деревья, леса занимали бы большую площадь.

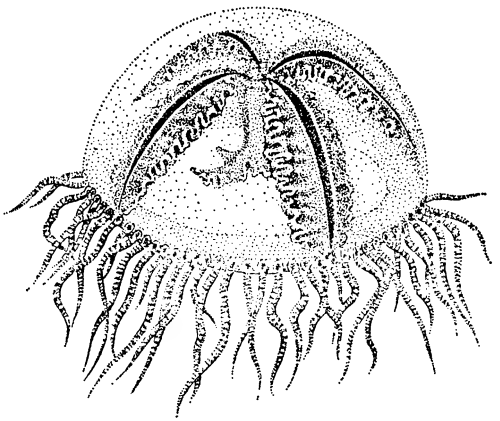
Но есть место, где лес может никогда не вырасти. Это **пойма** реки — земля, которая оказывается под водой во время самого большого разлива. Весеннее половодье возникает из-за таяния снегов. Талая вода стекает в низины и попадает в реки, которые широко разливаются и затапливают окрестные земли.

Через некоторое время вода спадает, обогащая пойменные почвы смытыми питательными веществами. Каждый год пойма получает прекрасные естественные удобрения, которые приносит река. Поэтому приречные луга покрываются буйными травами.

Не все растения могут выдержать ежегодное затопление. Пойменная флора своеобразна. Настоящий лес на затопляемом берегу не вырастает. Некоторые деревья и кустарники тем не менее могут жить у самой кромки воды и прекрасно растут, даже когда круглый год находятся в воде. Это разнообразные ивы. Ива, ветла, верба — все это народные названия одного и того же ботанического рода. Ива белая, или ива ломкая, — большие раскидистые деревья, которые часто растут вдоль больших и малых рек и в деревнях. Ивы могут быть и довольно крупными кустарниками, как ива трехтычинковая, или совсем маленькими, как ива черничная.

КАКИЕ БЫВАЮТ ЖИВОТНЫЕ?

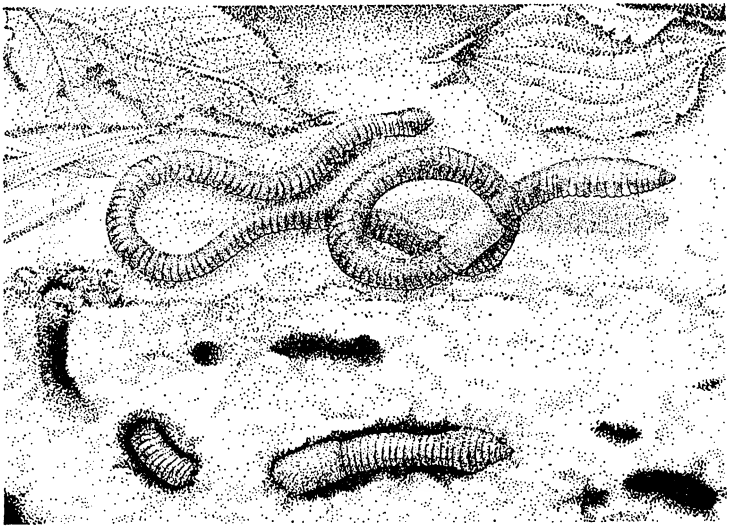
Многоклеточные организмы, которые активно двигаются и питаются другими организмами, называются животными. Животные очень разные. Губки, например, ведут прикрепленный образ жизни и постоянно фильтруют воду, отцеживая пищевые частицы. Кишечнополостные могут быть прикрепленными, и тогда они называются полипами, или



Медуза крестовичок

плавающими, и тогда это медузы. Полипы могут быть одиночными, как пресноводная гидра, а могут образовывать колонии. Огромные колонии коралловых полипов, их известковые домики образуют архипелаги. Множество атоллов — кольцевидных островов с внутренним заливом — лагуной, появилось в результате тихой жизни незаметных существ — коралловых полипов. Кишечнополостные добывают пищу, обездвиживая жертву при помощи стрекательных клеток. Среди медуз есть виды, прикосновение к которым вызывает ожог, опасный для жизни.

Армия червей — плоских, круглых, кольчатых — заселила практически все, где возможна жизнь. Множество червей обитает в Мировом океане и на суше. Среди плоских и круглых червей немало опасных паразитов, живущих внутри своих хозяев и причиняющих



Дождевой червь

им ощутимый вред. Многие из них вызывают тяжелые болезни. Круглые черви живут в почве, растениях, животных, грибах, гниющей древесине и множестве других мест. Дождевые черви известны каждому рыболову и любителю прогулок после дождя. Они относятся к кольчатым червям. Большинство кольчатых червей — океанические жители. Все это — **беспозвоночные животные.**

КАК УСТРОЕНЫ ЖИВОТНЫЕ?

На Земле несколько миллионов видов животных, большая часть которых — насекомые. Среди насекомых самый большой отряд — жу-

ки. Никто не знает, сколько их на самом деле, потому ежегодно ученые открывают очень много новых видов.

Большинство животных не имеет внутреннего скелета. Они называются беспозвоночными. К позвоночным относятся рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и звери.

Поскольку животные могут двигаться, они переносят разнообразные вещества во всей биосфере. Многие насекомые обеспечивают размножение растений, а потом разносят их семена. Грибные споры, например, часто переносят на теле некоторые грибные жуки.

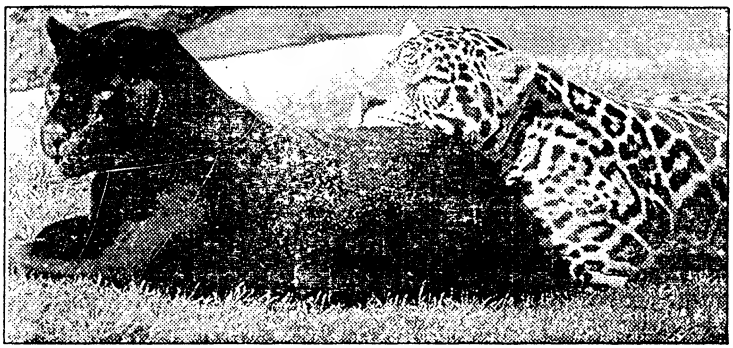
Мясо, молоко, яйца, икра, мед — всего этого не было бы в жизни человека, если бы не было животных. Человек выступает в роли хищника. В отличие от природных хищников человек располагает совершенными орудиями массового убийства животных.

Все животные, от слонов до маленьких мух, устроены похоже. Животные кажутся очень разными, их более миллиона видов. Одни из них большие, другие совсем маленькие, среди них есть долгожители, а есть и такие, что живут меньше суток. Однако всех животных объединяет несколько признаков. Прежде всего, все животные состоят из клеток. Клетки животных, как и клетки растения, неодинаковы. Их размеры, форма, расположение в организме зависят от того, какую работу выполняет та или иная группа клеток — ткань.

Клетки животных обычно очень мелкие, и их практически невозможно увидеть без микроскопа. Как и в растительных клетках, под клеточной оболочкой находится цитоплазма, в ней — ядро. В отличие от растений клетки животных не имеют толстых клеточных стенок. Кроме того, у животных в клетках нет пластид. Солнечный свет приносит животным лишь тепло и возможность видеть, но не дает пищу. Пища в клетки животных поступает снаружи, а не образуется внутри. Нет в клетках животных и вакуолей с клеточным соком.

Пиша животных — это готовые органические вещества. Животные питаются растениями или другими организмами. Некоторые животные питаются только растительной пищей. Их называют **растительноядными**. К ним относятся многие грызуны, копытные, многие домашние животные, например коровы, козы, лошади. Немало животных, которые питаются только другими животными, обеспечивая свое существование охотой. Это **хищники**. Тигр, волк, лев, гепард относятся к хищникам. Хищник не обязательно большой и страшный. Для того чтобы назвать животное хищником, достаточно знать, что оно питается другими животными.

Например, жуки-жужелицы часто питаются только другими насекомыми и поэтому, конечно, тоже являются хищниками. Лучше других живут всеядные животные. Чем шире меню, тем больше шансов, что, как бы ни из-



Пантера и леопард — хищники

менились условия, удастся найти какой-нибудь корм. Животные, которые питаются только какой-то одной пищей, очень уязвимы, и малейшие изменения в природе могут привести их к гибели. Часто они находятся под охраной человека, как, например, сумчатый коала, обитающий в лесах Австралии и питающийся листьями эвкалиптов.

Животные, которые могут питаться за счет других, не вызывая их гибели, называются **паразитами.** К паразитам относятся комары, которые питаются кровью. Комар — наружный паразит. Внутренние паразиты живут внутри тела хозяина и питаются внутри его кишечника или едят ткани, то есть едят животное заживо.

Для движения животным необходимо иметь нервную систему, которая обеспечивает прием информации из окружающего мира и ее обработку. Для переноса питательных веществ и кислорода нужна система кровообращения,

для вывода из организма ненужных остатков — выделительная система, для обеспечения клеток необходимым кислородом — дыхательная система. Особые органы нужны для питания, кроме того, необходимо обеспечить размножение.

От других организмов животные отличаются развитыми органами чувств. Никакие другие организмы не способны воспринимать состояние окружающего мира так полно, как животные.

Они могут видеть, слышать звуки, чувствовать запахи и вкус, ощущать форму, поверхность и температуру предметов, и часто все это нужно делать одновременно.

Все эти качества позволили некоторым животным стать прекрасными охотниками. Те, кто питаются такими стремительными объектами, как насекомые, должны быть еще быстрее, чтобы не умереть с голода. Развитые органы чувств позволяют птицам совершать колоссальные перелеты, некоторые из них покрывают более 15 тысяч километров.

ТЕПЛЫЙ СНЕГ

Благодаря тому что **снег** содержит много воздуха, он служит отличным теплоизолятором. Если на улице трещит мороз, достигающий даже минус 30—40°С, жизнь под снегом не прекращается, потому что снежное одеяло сохраняет более высокую температуру. Под

Ласка несет грызуна

снегом так тепло, что некоторые грызуны рождают там детей, которые не замерзают.

Мышевидные грызуны прокладывают между почвой и снегом хитрую сеть тоннелей, часть которых можно видеть ранней весной, когда снег уже сошел, а новая трава еще совсем маленькая. Эти же ходы служат им охотничьими угодьями. Ласки и горностаи, которые питаются мышами, тоже проникают в эти ходы.

Известно, что многие куриные птицы, к которым относятся тетерева, глухари и куропатки, ныряют в снег и ночуют там. Осыпающийся при прыжке снег прикрывает их сверху. Птица в тайге может неожиданно вылететь прямо из-под лыж.

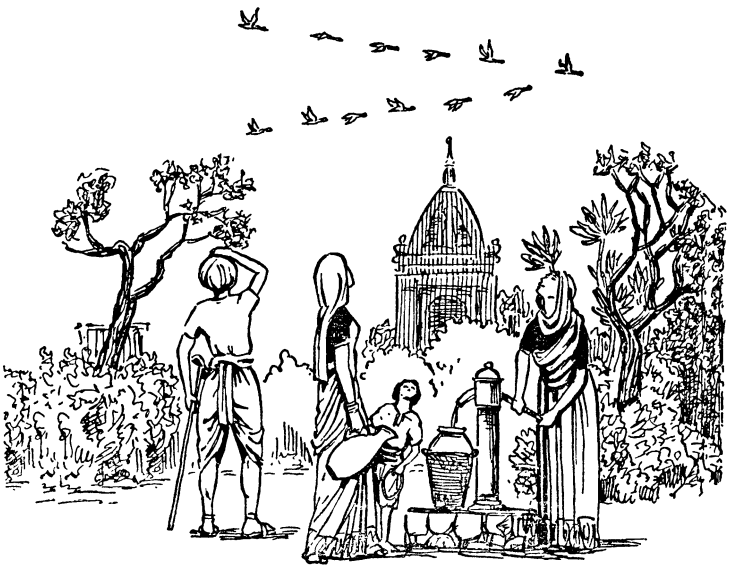
Мягкие, теплые зимы с оттепелями приводят к тому, что некоторые насекомые, замершие в ожидании будущей весны, выходят в оттепели и путешествуют по белым просторам. Часто на полях в оттепель можно увидеть мохнатых гусениц бабочек-медведиц, гусениц совок или комаров.

МИГРАЦИИ ЖИВОТНЫХ

Со сменой времен года на большей части земной поверхности меняются и условия жизни животных. Порой какую-то часть года животное вынуждено провести вдали от родных мест. Причины, которые заставляют животных покинуть места, где они родились, могут быть разными: наступление холодов, жары или сухого сезона или может кончиться пища. Такие вынужденные путешествия называются **миграциями.**

Животные, приспособившиеся к смене времен года, остаются, а те, кто предпочитает переждать неблагоприятное время где-то в другом месте, собираются в дорогу. Птенцы, детеныши, мальки — потомство этого года ко времени, когда надо уходить, становится уже достаточно крепким, чтобы выдержать далекое путешествие.

Некоторые птицы пролетают каждый год огромные расстояния, перемещаясь с Крайнего Севера в жаркие страны. Другие просто откочевывают к югу. Зимой вместо улетевших на юг птиц появляются другие, которых сложно встретить летом. Эти птицы выводят птенцов на севере, где зима по сравнению с нашей гораздо суровее. Основной причиной птичьих путешествий служит не холод. Птицы могут поддерживать постоянную температуру тела, поэтому они защищены от мороза не хуже мохнатых зверей. Перо и пух — прекрасный



Тундровые гуси в Индии

теплоизолирующий материал, недаром они используются для производства зимней одежды, а пуховики до появления новейших полых волокон были единственной теплой и легкой одеждой полярников и альпинистов.

Птиц заставляет тронуться в путь голод. Насекомоядная птица обречена на гибель в землях, которые покрываются снегом и где насекомые выходят после зимовки только весной. Птицы, которые питаются семенами, хищники и падальщики могут прокормить себя и в мороз.

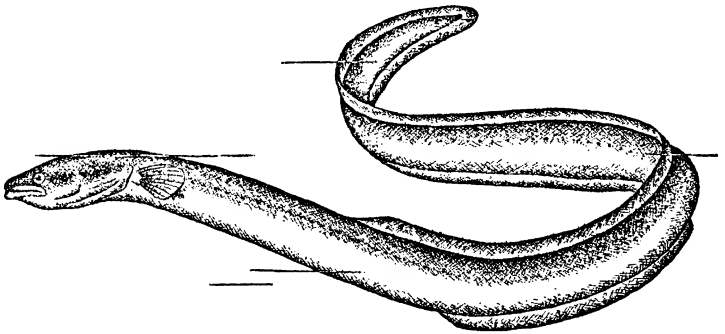
Млекопитающие тоже охотно пускаются в путь, когда становится нечего есть. Как и птицы, звери способны переносить низкие

температуры и зимовать в Заполярье, но только при условии доступного корма. Северные олени каждый год двигаются на юг, где они смогут добывать корм из-под снега. В пустыне, покрывающейся весенними цветами, появляются и звери. Некоторые из них спасаются от погодных сложностей и бескормицы, впадая в спячку, другие же приходят и уходят.

Многие **рыбы** нерестятся — откладывают икру — далеко от тех мест, где живут остальную часть года. Известнее других, пожалуй, путешествие лосося и угря.

Лососевые рыбы многочисленны и разнообразны. Некоторые из них, например, горбуша, семга, кета, живут в море, а на нерест поднимаются в чистые верховья рек. В пути им приходится преодолевать высокие пороги, нередко перепрыгивая их. По мере того как лосось движется вверх по реке, его облик, окраска, форма челюстей меняются. Те рыбы, которые достигают верховий невредимыми, откладывают икру, слабеют и в конце концов гибнут. В такое время они становятся добычей медведей, которые выбрасывают их на берег ударом лапы. Рыбы, живущие в море, а для размножения заходящие в реки, называются проходными.

Угорь — пресноводная рыба, отдаленно напоминающая змею. Тело угря вытянутое, длинное. Угри живут в пресноводных водоемах, но могут на некоторое время выползать на сушу и даже ползти некоторое время, чтобы перебраться в другой водоем. Но это не все



Речной угорь

чудесные особенности этой рыбы. Хотя угорь — пресноводная рыба, размножается он в Атлантическом океане, в Саргассовом море. Саргассы — скопления океанских водорослей, которые в прошлом часто служили причиной гибели судов. Из икринки, отложенной в Атлантическом океане, появляется крошечная полупрозрачная личинка, которая отправляется в путь к европейским рекам. Приплывает она уже достаточно взрослой, сильно изменившись.

Миграции не редкость и среди беспозвоночных. Бабочка-монарх пересекает Северо-Американский континент, чтобы прилететь из Канады и зимовать на деревьях в Мексике. Бабочки из года в год зимуют на одних и тех же деревьях, которые находятся под тщательной охраной человека. Саранча, собираясь в огромные стаи, пускается в путь в поисках пищи. В прошлом эти насекомые опустошали поля, вызывая голод и смерть большого количества людей. Морские крабы выходят на сушу,

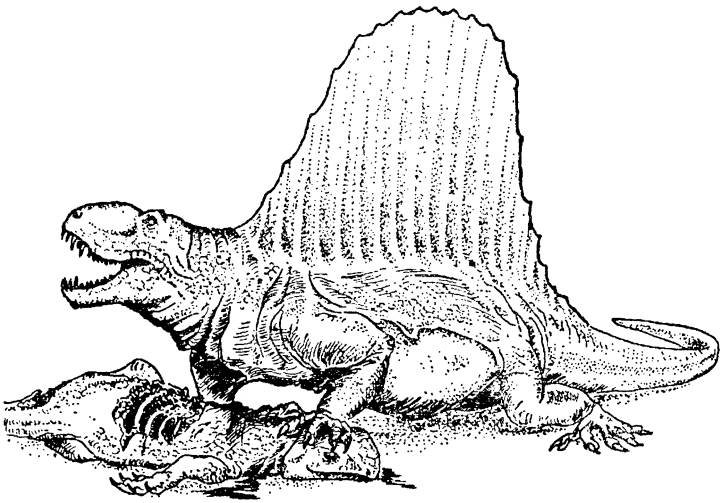
где появляются их личинки, которые через некоторые время начинают неутомимо двигаться к заветной цели — полосе прибоя, за которой — их новый дом.

КАК МЕНЯЮТСЯ ОРГАНИЗМЫ?

Почему в прошлом слонов не было, а были мамонты, а еще раньше не было мамонтов, но были какие-то другие животные? Климат, оледенение планеты, состав атмосферы, вулканическая активность меняются от тысячелетия к тысячелетию.

Среди животных остается все больше тех, кто быстрее на охоте, лучше замаскирован, рождает больше потомков. Потом условия меняются, и на охоте становятся первыми другие, например, те, кто меньше увязает в только что выпавшем снегу.

Изучение ископаемых растений и животных позволило установить, что виды постепенно, от поколения к поколению изменяются. Что же вызывает эти изменения? Выжить и оставить потомство удается только тем, кто лучше других избегает опасностей и добывает пищу, а все остальные вымирают. Следующее поколение уже состоит из детей особей, лучше приспособленных к этим условиям, и снова неприспособленные к жизни погибают. Передача признаков родителей потомкам называется **наследственностью.**



Пеликозавр — ископаемое животное

В конце концов, организмы меняются так, что становятся уже непохожими на тех, кто первым вступил в эту гонку. Но и условия постоянно меняются, а вслед за ними и организмы. Жизнь на такой изменчивой планете существует только потому, что все виды стремятся стать «лучшими в этом мире», но вот они достигли успеха, а мир уже опять изменился, и нужно приспосабливаться дальше. Это **эволюция**.

Из многочисленных потомков может выжить хотя бы часть, если они разнообразны. Один лучше переносит холод, другой — жару, один лучше обходится без воды, а другой видит в темноте, один быстрее бегает, другой лучше прячется. Никто не знает, что произойдет в следующем году. Изменчивость организмов

защищает вид от вымирания — больше шансов, что среди разных организмов хотя бы несколько окажутся такими, что новые условия не будут для них проблемой. Так работает **естественный отбор.**

Животные рождают много детенышей, растения рассеивают огромное количество семян, а грибы — спор. Это гарантия того, что хотя бы часть потомства попадет в такие условия, которые позволят не только выжить, но и оставить потомство. У всех животных, сколько бы ни было потомков, выживает в среднем всего два детеныша, то есть столько же, сколько родителей. Львы, тщательно оберегающие львят, или лосось, откладывающий тысячи икринок, добиваются того же результата, но разными путями. Львы хотят, чтобы выжил каждый, и заботятся о небольшой семье, а икры лососей так много, что хотя бы несколько мальков станут большими лососями и вернутся в реку, где они появились на свет.

Ни один вид не может сохранить всех потомков от всех родителей. Если бы это произошло хотя бы с одним видом организмов, скажем, с божьими коровками, то уже через несколько лет в воздухе было бы темно от этих жуков. Только бесконечное количество пищи может вызвать бесконечное увеличение числа животных. Земля не так велика, как кажется, и большая часть животных гибнет, но каждый вид меняется так, чтобы осталась хотя бы часть потомков, — это борьба за существование.

ЧТО ТАКОЕ ВИД?

Кажется, все очень просто — домашняя кошка один **вид**, а камышовая — другой. Волк — это один вид, а лиса другой. А разные породы собак? Оказывается, породы собак — не виды. Как же понять, что такое вид? Организмы, которые относятся к одному виду, дают потомство, которое, в свою очередь, тоже способно продолжить род. То есть любая домашняя кошка и кот могли бы образовать пару, и у них появились бы котята. Но у лисицы и волка не может быть общих потомков. Следовательно, лиса и волк — разные виды.

Группу близких, похожих друг на друга видов, называют **родом**. Например, шиповник и роза, подосиновик и подберезовик, большая синица и синица-московка относятся к разным видам, но к одним и тем же родам.

Несколько близких родов образуют семейство. Например, пантеры, кошки, рыси относятся к **семейству** кошачьих.

Считается, что все живые существа — это близкие или дальние родственники. Кошки, мыши, собаки, свиньи — млекопитающие, а курицы, синицы, орлы и зяблики — птицы. Птицы и млекопитающие — это более крупные группы,

Кошки относятся к семейству кошачьих

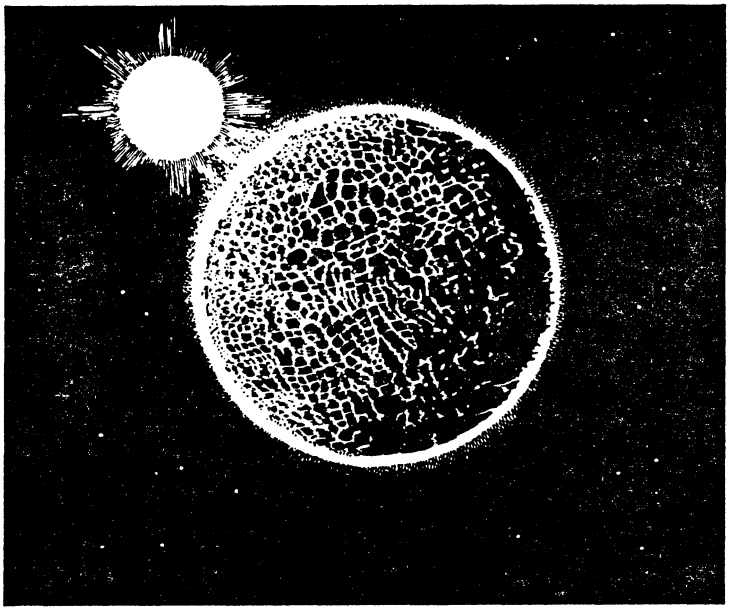
которые называют **классами**. И те и другие относятся к позвоночным, так как у них есть внутренний скелет. Насекомые же имеют наружный скелет и шесть ног. Все организмы с такими признаками относятся к классу насекомых. Но и позвоночные, и насекомые — это животные.

Нетрудно заметить, что для построения родословного древа живых организмов необходимо сравнивать и искать похожих. Но не все признаки одинаковы. Некоторые можно использовать для выяснения родственных отношений, а другие могут завести в тупик. Например, узкие листья ивы и лилии вовсе не свидетельство того, что эти растения — близкие родственники, но строение цветка одуванчика и астры показывает, что они принадлежат к одному семейству.

КАК ПОЯВИЛАСЬ ЖИЗНЬ?

Можно считать практически бесспорным, что в момент образования Земли жизни на ней не было. Условия были настолько суровыми, что ни одна из известных людям форм жизни не могла существовать в таком мире. Мы знаем, что возраст Земли около 5 миллиардов лет. Когда же появились первые живые организмы? Самым древним остаткам живых существ почти 4 миллиарда лет.

Что же происходило до этого? Как именно зародилась жизнь на нашей планете? Это один



Долгое время Земля была пылающим шаром

из тех вопросов, на которые, скорее всего, никогда не удастся получить точный ответ — мы можем лишь предполагать. Пока не найдено следов организмов старше 3,85 миллиарда лет. Это не значит, что их не было

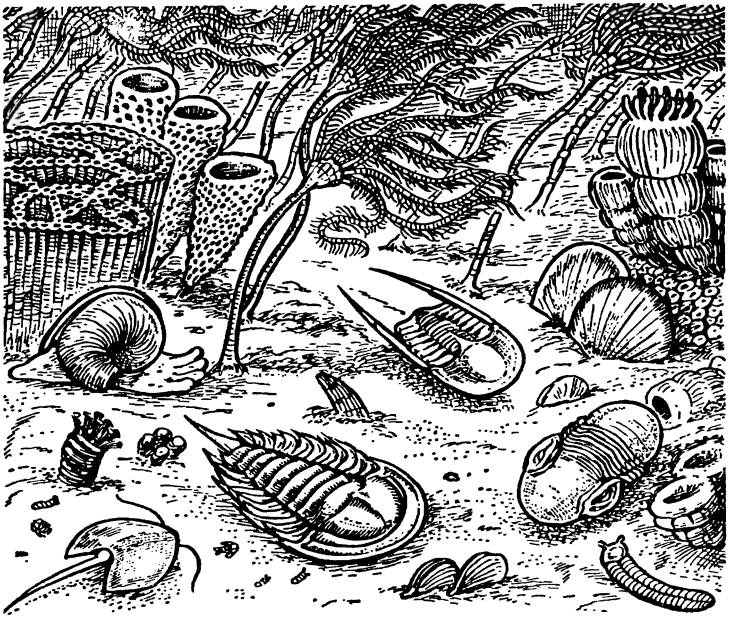
Выдвигаются гипотезы, что жизнь могла попасть на Землю из космоса вместе с веществом, из которого образовалась Земля, или была принесена метеоритами. Даже если жизнь зародилась не на Земле, как она возникла в космосе?

Большинство ученых считает, что жизнь появилась благодаря тому, что простые молекулы превращались во все более и более сложные до тех пор, пока они не начали создавать себе

подобных, размножаться, жить. Многие органические соединения и сложные молекулы можно получить сегодня в лаборатории, но пока не найдено способа сделать так, чтобы они жили и размножались самостоятельно.

Что же за существа были те, кто стали первыми обитателями Земли? Считается, что это были бактерии и синезеленые водоросли, похожие на те, что мы можем найти на Земле и сегодня. Конечно, обнаружить следы отдельных бактерий очень трудно, но их колонии нередко были довольно большие и оставили довольно внушительные следы.

В те далекие времена, вероятно, возникли и первые экосистемы. **Экосистема** — это несколько видов, которые живут вместе и влияют друг на друга. Например, можно изучать экосистему пруда, в которой живут растения, водоросли, водные насекомые, рыбы и водоплавающие птицы. Вслед за организмами, которые создают питательные вещества из воды и углекислого газа, появляются те, кто использует эти вещества. Водоросли питаются за счет фотосинтеза, то есть создают пищу при помощи солнечного света, их поедают другие организмы, точно так же, как растительноядные животные питаются зелеными частями растений, способных использовать солнечный свет. Скорее всего, в самых древних сообществах организмов не было существ, способных использовать солнечный свет, то есть питаться за счет фотосинтеза, — энергию им давали хи-



Так выглядели обитатели океанов 2600 млн лет назад

мические реакции, то есть хемосинтез. Такие организмы есть и в наше время. Однако с появлением существ, живущих благодаря Солнцу, они оставили ведущие позиции на планете. Фотосинтезирующие организмы — единственная причина того, что в нашей атмосфере более одной пятой составляет кислород. Около 2 миллиардов лет назад кислорода стало так много, что некоторые организмы стали использовать его для дыхания. Так произошла кислородная революция. В результате большинство организмов на Земле сегодня не может обойтись без кислорода.

КАК ВОЗНИКЛИ МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ?

На Земле лишь самые простые существа состоят из одной клетки. Все сложно организованные растения, животные и грибы состоят из нескольких клеток, и у большинства многоклеточных организмов клеток действительно очень много.

Переход к дыханию кислородом вызвал необходимость того, чтобы весь кислород доходил до всех клеток. Но вначале кислорода было довольно мало, так что его было недостаточно для проникновения в глубь клеточных слоев. И лишь когда деятельность фотосинтезирующих одноклеточных привела к тому, что атмосфера Земли насытилась кислородом, появились многоклеточные организмы.

Узнать, какова была концентрация кислорода в прошлом, позволяют геологические изыскания. Некоторые минералы не могут существовать в атмосфере, богатой кислородом, и, если бы их удалось обнаружить в каком-нибудь слое земной коры, то это означало бы, что кислорода в те времена было довольно мало. Хотя жизнь возникла довольно давно, первые многоклеточные существа появились чуть более одного миллиарда лет назад. Это были растения.

Многоклеточные животные появились еще позже — 600 миллионов лет назад. Как ни странно, это были крупные существа, напоми-

Пейзаж времен палеозоя

нающие медуз. В те времена на всей планете не было ни одного хищника.

По всей видимости, первые многоклеточные существа не стали предками современных многоклеточных организмов, видимо, многоклеточные существа возникали не один раз. Первые существа с твердым скелетом появились около 540 миллионов лет назад. Об этих организмах мы знаем гораздо больше, их облик известен нам гораздо лучше, чем внешний вид самых древних организмов, ведь по скелету —

неважно, раковине, панцирю или кости — можно представить то существо, чьей частью он был.

Поскольку до момента появления скелета ясных отпечатков не оставалось, все, что происходило до этого, назвали эрой скрытой жизни, или **криптозоем**, а все, что произошло потом, — **палеозоем**. Скелет стал настоящей революцией. Это опора, а значит движение, высокий рост, защита, возможность противостоять силе тяжести на суше и завоевать новые пространства.

Нужно помнить, что суша в то время была безжизненной, и все живое существовало лишь в океане. Что же вызвало появление скелета у древних организмов? Вероятно, увеличение количества кислорода позволило вести более активную жизнь. Активность привела к быстрому накоплению твердых отходов в организме и развитию скелета.

Некоторые организмы образовывали колонии таких размеров, что меняли облик древних водоемов. Это известковые водоросли и губки.

Вероятно, первыми существами, которые начали уничтожать других, стали головоногие моллюски, к которым относятся современные осьминоги, каракатицы и кальмары.

Несмотря на то что позвоночные животные появились тоже достаточно давно, они занимали не самые почетные места в древнем раскладе сил. Бесчелюстные панцирные — пред-

ки рыб, уже были похожи на рыб, которых мы едим или разводим в аквариумах. Панцирь покрывал и бесчелюстных, и первых настоящих рыб. Но рыбы обрели привычный для нас облик лишь миллионы лет спустя.

КАК ЗАСЕЛИЛИ ПРЕСНЫЕ ВОДЫ?

Если взять стакан с очень соленой водой и стакан с пресной водой, а потом сделать так, чтобы вода в двух стаканах сообщалась через шланг, то, не перемешивая воду, через некоторое время мы увидим, что вода стала равной солености в каждом из стаканов.

Покровы живых существ позволяют солям выходить в воду, и в конце концов именно это служит причиной гибели морских организмов в пресной воде. Для того чтобы выжить в новых условиях, стали необходимы органы, которые отвечали бы за то, чтобы не произошло критической потери солей, то есть почки. Рыбы стали первыми существами с почками, первыми проникли в пресные воды и превратились там в полноправных хозяев.

Примерно то же происходит с организмом, заплывшим из соленой воды в пресную. Химический состав всех организмов на Земле близок по концентрации солей к морской воде. Это еще одно свидетельство того, что жизнь возникла в морях.

КАК ЗАСЕЛИЛИ СУШУ?

Для того чтобы организм, живущий в воде, смог перейти к жизни на суше в воздушной среде, ему пришлось сильно измениться. Прежде всего, стало необходимым обзавестись покровами, которые защитили бы его от потери воды и смерти от высыхания.

Сила тяжести — еще одно, возможно, самое тяжелое препятствие для выхода на сушу. Попробуйте, купаясь в море или озере с каменистым дном, зайти по пояс, найти тяжелый камень и приподнять его над водой. Как только вы вынете камень из воды, он сразу станет тяжелее. Примерно такие ощущения должны были испытывать существа, привыкшие к жизни в плотной воде и попавшие в легкий воздух.

Все эти причины оказались достаточно вескими для того, чтобы почти два миллиарда из четырех, в течение которых на Земле существует жизнь, на суше, скорее всего, не было ни одного живого существа. Также на планете не было почвы. Для ее образования необходимы живые существа. Водоросли и лишайники настолько нетребовательны к условиям обитания, что заселяют голые камни. Известно, что именно они становятся первыми постоянно живущими организмами на застывших лавовых потоках после извержения вулкана.

Почва привлекла растения, а за растениями пришли и животные. Вероятно, первыми наземными растениями стали **печеночные**

Лес каменноугольного периода

мхи. Далекие потомки первых зеленых поселенцев живут на Земле и сейчас. Их довольно много в лесах средней полосы.

Вероятно, жизнь вышла на сушу прямо из морской воды. Возможно, в тот момент на Земле не было не только пресноводных организмов, но и вообще пресной воды. Подводные растения не нуждаются в системе проведения воды — она окружает их со всех сторон. Большая часть растений живет на суше и выкачивает

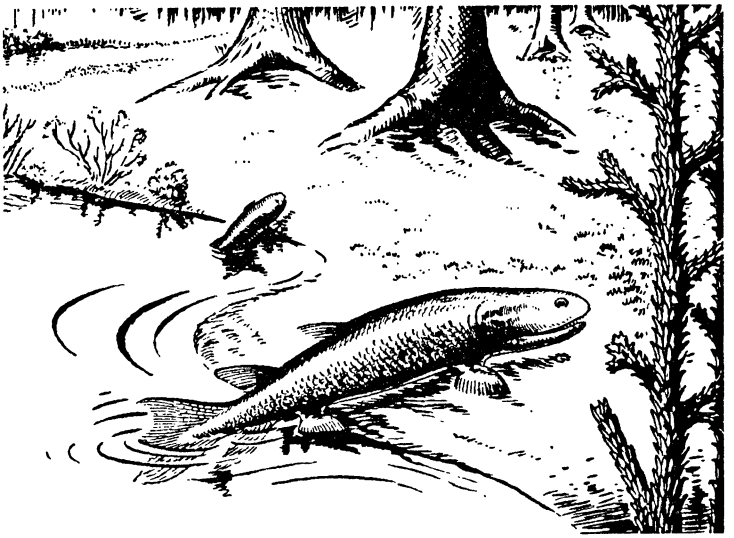
воду с растворенными минеральными солями из почвы. Они называются сосудистыми. Все хвойные, цветковые растения, выработали особые трубочки, которые называют **сосудами**.

Опора и возможность поднять воду над поверхностью Земли привели к появлению древесных растений, появились леса, и органические вещества стали вырабатываться на планете в больших количествах. Развитие растений с мощными корнями изменило облик Земли. Берега стали более или менее постоянными, и появились реки и озера.

КАК ПОЗВОНОЧНЫЕ ВЫБРАЛИСЬ НА СУШУ?

Вдоль берегов древних морей плавали кистеперые рыбы. Долгое время они считались вымершими, но оказалось, что они живут в глубинах океанов и сейчас. От кистеперых рыб произошли существа, название которых говорит об их образе жизни. Это земноводные, к которым относятся тритоны, саламандры, лягушки и жабы. Земноводные не могли удаляться далеко от водоемов, потому что вода была местом развития потомства и потому, что временами лишь в воде можно было найти достаточное количество пищи.

Однако в каменноугольном периоде на суше зашумели леса из древовидных растений. Леса эти были скорее похожи на болота,



Выход амфибий на сушу

так как все растения стояли в воде. В это время можно было обнаружить стрекоз с размахом крыльев 70 сантиметров или метровую многоножку.

Постепенно мелкие земноводные стали все больше времени проводить на суше и превратились в **рептилий**, или **пресмыкающихся.** Так появились существа, которые заслужили славу самых известных обитателей Земли прошлого. Пресмыкающиеся продолжали развиваться, и среди них появились гиганты — **динозавры.**

Каменноугольный период получил свое название из-за того, что древовидные растения тех времен используют сейчас как ископаемое топливо — каменный уголь.

В ГЛУБЬ КОНТИНЕНТОВ

Для того чтобы завоевывать все более отдаленные пространства, растения и животные были вынуждены защитить свое потомство, которое оказалось гораздо более уязвимым и не могло существовать без воды. Папоротники, хвощи и плауны, а также земноводные могут существовать лишь там, где влажно.

Семя растения в плотной оболочке и яйцо пресмыкающегося это и есть те два достижения, которые продвинули жизнь в глубь континентов.

Древние ящеры, пресмыкающиеся стали соперниками других известных нам классов позвоночных: птиц и млекопитающих.

Птицы, способные к полету, и млекопитающие, вынашивающие детей внутри тела, лучше защищали потомство от бед. Кроме того, активность этих животных стала такой высокой, что птицы и млекопитающие, единственные из всех, стали **теплокровными**. Быстро или медленно бегает ящерица, ползает змея или плывет крокодил — это зависит от температуры воздуха или воды. Птица и зверь активны тогда, когда сыты.

Полярные и даже умеренные широты так и остались практически незаселенными пресмыкающимися, их стихия — теплые страны. Тепло за счет еды — эта особенность позволила теплокровным расселиться в холодных странах.

ПОЧЕМУ ВЫМЕРЛИ ДИНОЗАВРЫ?

Около 70 миллионов лет назад значительная часть видов исчезла с лица Земли, а оставшиеся продолжили развитие и дали начало тем, кто населяют Землю сегодня. Больше всего разнообразие живых существ сократилось в морях, хотя проявилось это и на суше. Большую известность получило исчезновение динозавров.

Возможно, они погибли потому, что на Землю упал большой метеорит и поднял много пыли, в результате чего изменился климат. Но пыль не может так долго висеть в воздухе —

судя по ископаемым данным вымирание динозавров происходило довольно медленно.

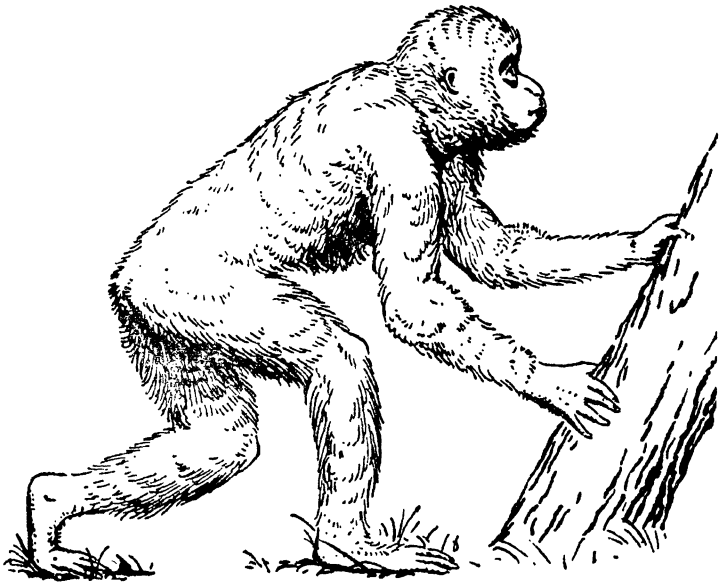
Возможно, уменьшение видов на всей планете стало последствием того, что появилось много цветковых растений. Они усваивали гораздо больше минеральных солей, поэтому меньше солей стекало в океаны, в результате чего состав воды и почвы изменился настолько, что выдержать новые условия смогли немногие.

На Земле появлялось все больше хищников, не зависящих от солнечного тепла — млекопитающих. Динозавры были настолько велики, что млекопитающие не представляли для них серьезной опасности, но климат в целом стал более холодным, и ночное оцепенение делало уязвимыми их детенышей. Динозавры не вынесли изменившихся условий.

КАК ПОЯВИЛИСЬ ЛЮДИ?

Со времени выхода работ Дарвина люди любят поспорить о происхождении человека от обезьяны. Действительно, сходство поразительное. Но много доводов, которые заставляют задуматься — так ли это? Независимо от того, какой точки зрения ты придерживаешься, неплохо узнать подробнее, как объясняют происхождение человека ученые.

Далекие предки **человекообразных обезьян** жили на деревьях. Когда-то по травяным

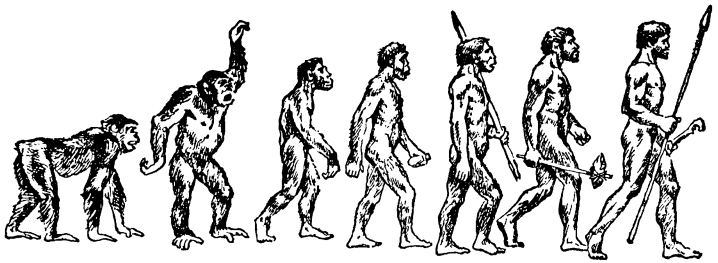


Человекообразная обезьяна

равнинам земли ходили обезьяны, которые предпочитали передвигаться на двух ногах. Они были совсем небольшими — около метра.

Прошло около полумиллиона лет, прежде чем эти существа начали создавать орудия труда, то есть предметы, облегчающие жизнь. Принято считать, что именно тогда появились первые люди. По большому счету, это основное занятие людей и в наши дни. Ученые называют первого человека **человеком умелым**. Организм древних людей позволял им вести дневной образ жизни, как и большинству людей в наши дни.

Спустя некоторое время в Африке появился **человек разумный**, того же вида, что и



Ступени эволюции человека

автор, и читатели этой книги. Вместе с ними и их предки — неандертальцы. Долгое время люди жили в Африке, потом заселили Евразию и относительно недавно проникли в Америку.

НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

ЧТО ТАКОЕ ГЕОГРАФИЯ?

Людям вряд ли уже удастся обнаружить на Земле новый континент или море. Времена великих открытий прошли. Многие путешественники прошлого не были географами, да и не существовало такой профессии. Новые земли открывали и пираты, и авантюристы, и преступники. Часто правители государств обеспечивали снаряжение экспедиций и нанимали путешественников для того, чтобы они искали для них новые земли. В те времена география была в большом почете.

Но несмотря на то что население Земли постоянно увеличивается и уже сейчас на планете живет несколько миллиардов человек, есть места, куда человек проник лишь недавно или где еще никогда не был — и их немало. Труднодоступные районы Восточной Сибири и Дальнего Востока, горы Азии, некоторые районы Антарктиды и другие территории не посещал еще никто. В это трудно поверить, но это так. Тем не менее все эти места нанесены на географические карты благодаря аэро- и космической съемке.

Фотография и телевидение позволяют сегодня передавать картины далеких стран в любую точку Земли. В прошлом для этих целей могли быть использованы только рисунки, дневники путешествий и устные рассказы.

Географы могут объяснить, почему в долине реки лучше растут посевы, как образуются

горы и материки, почему на одном острове все время туманы, а на другом круглый год сияет солнце. Географы знают, что расположение городов на равнине, цветов на лугу, хищных птиц в лесу не случайно, а подчиняется общим правилам.

В прошлом географы искали и находили новые земли, а сегодня ищут ответы на вопросы, почему мир живет так, а не иначе, по каким законам идет его развитие и как мир будет жить дальше. Как и всякий исследователь, географ хочет получить ответы на сотни вопросов, начинающихся со слова «как». Природа, в конце концов, позволяет добиться ясности, и вот мы уже знаем, как текут реки, где не растет лес и почему сегодня такая погода. География изучает поверхность Земли и относительно небольшие соседние слои.

Ядро Земли — раскаленный металлический шар, окруженный вязкой мантией. На мантии находится земная кора. Землю окружает атмосфера толщиной 2000 километров. Люди проникают лишь в верхние слои земной коры и большей частью в нижние слои атмосферы. В этом тонком слое находится все, что мы знаем, — наш мир с дождями и грозами, горами, долинами. Именно этот тонкий слой — основной предмет изучения естественных наук. С давних пор ученые пытались разгадать тайны нашего тонкого мира.

Географ в современном значении этого слова — не простой путешественник, принесший

рассказы о дальних странах. Научные возможности в каждой области географии стали так велики, что универсальный географ просто не успел бы за свою жизнь изучить все разделы этой науки.

Атмосферу и климат планеты изучает климатология, реки, озера и ручьи изучают гидрологи, рельеф — предмет изучения геоморфологии, а почвы — почвоведение.

География не оставляет без внимания и живых обитателей. На вопрос, кто где живет и что где растет, отвечает биогеография; изменения, которые вносит в мир человек, изучает экономическая география.

География — основа естествознания. Эта наука похожа на большую комнату с множеством дверей, выводящих в соседние залы, — к биологии, геологии, физике, химии и астрономии. Кроме того, эта «комната» и сама по себе не пуста, — в ней находятся специальные подразделения географии, например гляциология — наука о льдах и ледниках, метеорология и другие.

С древних времен люди интересовались тем, как живут в соседних землях, откуда и куда текут реки, есть ли берега у океанов. Огромное пространство, в котором есть и вода, и камни, и облака, и растения, и животные, казалось бесконечным, а экспедиции достигали лишь недалеких пределов известного мира. По мере того как строились дороги, леса переставали казаться бескрайними чащами, а реки

превращались в удобные пути для торговли и путешествий. Границы доступных земель расширялись, и, наконец человек стал чувствовать, что при желании он может достичь любой точки планеты.

Все на планете связано со всем. Вырубка лесов вызывает осушение рек, истощение почвы — вымирание целых стран, теплые зимы — таяние льдов и подъем уровня моря. Среди наук о природе лишь география пытается понять каковы связи между климатом, растениями и животными, почвами, людьми и тем, что они сооружают.

Химику для работы необходима лаборатория, биологу нужно отыскать растение или животное, историку необходимы архив и археологическая лопата.

Только география — это наука, которой необходима вся планета Земля. Именно поэтому география и путешествия всегда были тесно связаны между собой.

Современная география использует данные, полученные из космоса, собранные научно-исследовательскими судами и самолетами и самым современным электронным оборудованием. Но, как и в древние времена, география немыслима без путешествий.

Отличное снаряжение, безукоризненный транспорт и точно рассчитанный план не уберегут путешественника от вынужденных ночевок, перемены погоды, непредвиденных ситуаций и неожиданностей.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ

На глобусе и карте изображают поверхность Земли. **Карта** — это уменьшенное изображение Земли. Все, что находится на Земле, обозначают на карте при помощи условных знаков — города кружочками, реки синими извилистыми линиями, железные дороги — черно-белыми пунктирами.

Карты могут показывать сильно уменьшенную картину всей Земли или изображать какой-то участок Земли более подробно. Для того чтобы было понятно, во сколько раз уменьшили земную поверхность, на карте указывают **масштаб**. Это слово и обозначает «глубину уменьшения».

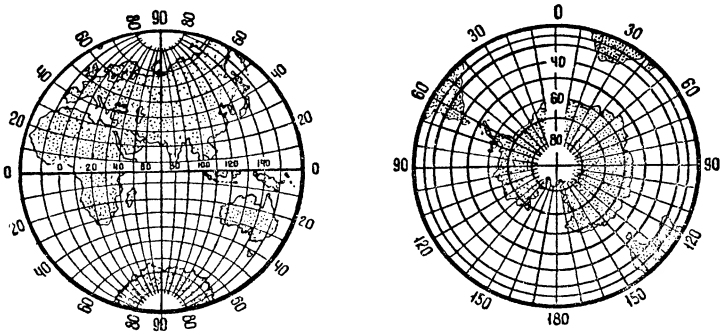
Например, масштаб карты 1:200 000 означает уменьшение в 200 000 раз. Для того чтобы масштаб был понятнее, нужно запомнить «правило пяти нулей». Если отбросить пять нулей с конца, то мы получим, сколько километров на этой карте укладывается в одном сантиметре. Например, масштаб 1:200 000 означает, что в одном сантиметре — два километра, 1:50 000 — в одном сантиметре 0,5 километра и так далее.

Уровень моря на Земле одинаковый в любой точке земного шара и лишь немного колеблется в результате приливов и отливов. Поэтому высоту частей суши принято отсчитывать от уровня моря. Для того чтобы высота местности выглядела на карте нагляднее, ее часто обозначают разными цветами. Чем более

зеленая суша, тем она ниже, чем насыщеннее коричневый цвет, тем выше горы. Высота Москвы над уровнем моря — 120 метров, а Петербурга — всего 3 метра, так как он находится на низком берегу Финского залива. Иногда впадины на суше могут быть так глубоки, что находятся ниже уровня моря. Тогда перед отметкой высоты ставят знак минус, а затем цифру, показывающую, насколько эта впадина ниже уровня моря, например –20 метров. Так же отмечают и глубины морей — более темный синий цвет обозначает большую глубину.

На любой карте север находится наверху, слева — запад, справа — восток, а внизу — юг. Для того чтобы каждый человек точно понимал, о каком месте идет речь, люди всех национальностей используют **географические координаты**. Это две цифры.

Греческий астроном Гиппарх был первым, кто использовал градусы как единицу измерения широты. Одна из них указывает расстояние от экватора и называется **широтой**. На самом экваторе широта равна 0°, а на полюсе — 90°. Поскольку от экватора можно двигаться как на север, так и на юг, указывают, о какой широте идет речь — о северной или о южной. Например, Москва находится на 56° с. ш., то есть на пятьдесят шестом градусе северной широты, а Петербург на 60° с. ш. Так как широта Петербурга выше, мы можем, не глядя на карту, сказать, что он находится дальше от экватора, то есть севернее.



Карта меридианов и параллелей

Вторая цифра в географических координатах указывает расстояние от линии, проходящей через два полюса Земли и английский город Гринвич. Эта линия называется **Гринвичским меридианом,** а координата — **долготой.** Если указывать расстояние от Гринвичского меридиана на восток, то речь будет идти о восточной долготе, на запад — о западной. Москва находится на 38° в. д. (восточной долготы), а Петербург — на 30° в. д. Снова без карты, мы можем сказать, что Москва располагается восточнее Петербурга.

Двух цифр оказывается достаточно, чтобы указать расположение любой точки на земной поверхности, потому что все на Земле находится либо к югу, либо к северу от экватора (это указывает широта) и к западу либо к востоку от Гринвичского меридиана.

Если посмотреть на глобус, то видно, что он покрыт сетью линий. Окружности, параллельные экватору, называют параллелями. А те,

что проходят через полюса, — меридианами. Эти линии позволяют быстро найти координаты любой точки на Земле. Такую же сетку наносят на географические карты.

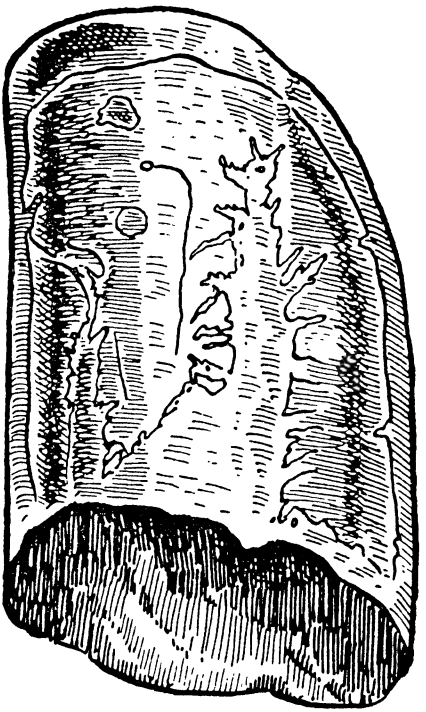
Все, что мы видим вокруг, помогает нам понять, куда идти. Так как Земля близка по форме к шару, мы видим лишь часть ее поверхности, ограниченную линией горизонта.

Компас позволяет определить стороны света и развернуть карту так, чтобы ее верхняя часть смотрела на север. Теперь можно оглядеться и искать путь. Для этого нужно отыскать на местности какие-то характерные объекты, отмеченные на карте, — вершину холма, излучину реки или поселок и двигаться в нужную сторону.

ДРЕВНЯЯ ГЕОГРАФИЯ

Любое путешествие требует знания местности или примет, по которым можно вернуться обратно. Идем ли мы за грибами или выслеживаем зверя, мы помним, где надо свернуть, куда идти и чем приметны эти места. Когда таких примет слишком много, мы можем достать блокнот и набросать схему, план, составить простую карту.

География (в переводе с греческого «землеописание») постоянно работает с картами. Первые карты были нарисованы первобытными людьми на стенах пещер. В дальнейшем



Карта, вырезанная эскимосом на клыке моржа

карты стали составлять на костяных пластинках, шкурах, коре или бересте. Существовали также изображения местности, выполненные на разнообразных сосудах. Такие карты были гораздо удобнее, потому что их можно было взять с собой в путешествие. Так поступали, например, индейские охотники, которым приходилось преследовать стада бизонов, удаляясь от родных мест на сотни километров.

Жители прибрежных земель наносили на карты очертания берегов, изображая примет-

ные камни, мысы, бухты или горные вершины. Народы Севера делали макеты местности в уменьшенном виде из подручного материала.

В Древнем Египте для изготовления карт пользовались табличками из слоновой кости или особыми листами, изготовленными из нильского папируса. Египтяне были отважными морскими путешественниками и на своих судах бороздили воды окрестных морей. Они же, видимо, были первыми, кто изучил основы навигации в Красном море. **Навигация** — наука о том, как обнаружить путь в океане, начала развиваться, как только корабли древних начали удаляться от берегов.

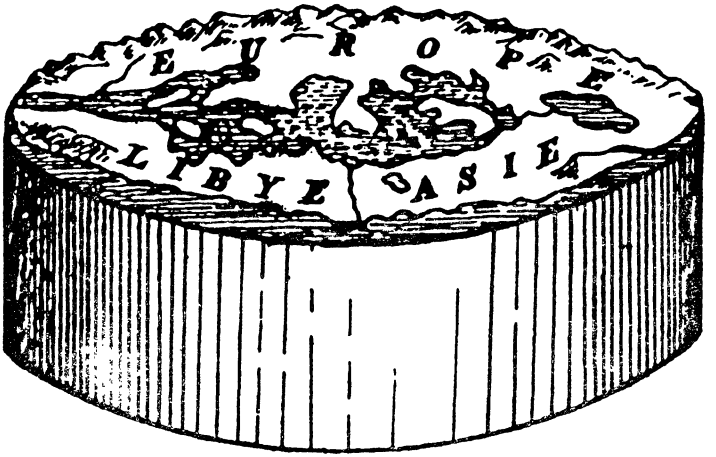
Шумеры, обитатели Древней Месопотамии, использовали для записей, в том числе для изготовления карт, глиняные таблички. Вы тоже можете составить такую карту, найдя походящую глину. После того как все необходимые знаки будут процарапаны на пластинке, ее нужно обжечь в печи или хотя бы на жарком солнце, и тогда карта будет долговечной. Конечно, при описании новой земли одной картой не обойдешься. Как древний шумер, ты можешь составить описание какой-нибудь земли, например дачного участка или ближайшего парка, на глиняных табличках.

В далеком прошлом географические открытия совершались каким-либо народом во время дальних военных экспедиций. Конечно, карты земель, на которых идет война, нужны любому полководцу.

Другим двигателем географии в древнем мире была торговля. Необходимость торговать привела к открытию Великого шелкового пути, соединившего Индию и Средиземноморье. Морские путешествия позволили людям древности добираться до ранее неизвестных им стран. Вероятно, первыми пересекли Средиземное море финикийцы, они же обогнули с юга Африку. Это серьезное путешествие и в наши дни, и действительно потрясающее путешествие древних.

В Древнем Китае за несколько столетий до нашей эры появились первые географические труды — книги по географии. Нередко описания земель выглядели как путевые заметки. В Китае был изобретен прибор для измерения расстояний — легкая тележка, отсчитывающая пройденный путь. Китайские карты отличались удивительно подробным набором деталей. Карты могли быть так велики, что требовались усилия нескольких людей, чтобы развернуть их.

Слава Древней Греции как морской державы не меркнет и сегодня. Многие города Средиземноморья появились благодаря морским путешествиям греков, основавших колонии на далеких и близких берегах. Греки обогатили географию важными понятиями, такими, как горизонт и стороны света. Традиция ориентировать карты по сторонам света тоже происходит из Древней Греции. Хорошо известны географические описания Геродота. Древнегреческие



Так выглядела Земля по представлениям греческого ученого Анаксимандра

карты часто были выгравированы на медных досках. На полях таких карт располагались разнообразные комментарии.

Несмотря на то что представления о шарообразной форме Земли возникали у разных народов Древнего мира, лишь древние греки, основываясь на круглой форме земной тени при лунном затмении, расширении кругозора при подъеме на возвышенность и смещении звезд при движении на север или на юг, доказательно установили форму нашей планеты.

Ученый Эратосфен, живший в III веке до нашей эры, установил длину земного экватора, допустив ошибку лишь на 1000 километров. Его перу принадлежит книга, в которой были объединены все географические знания на тот момент.

Некоторые ученые Древней Греции считали землю плоской и плавающей на поверхности воды, а землетрясения — результатом ударов гигантских волн. По другим представлениям, плоская Земля лежит на сжатом воздухе

Древним римлянам Средиземное море было хорошо знакомо. Знаменитый римский географ Страбон — автор «Исторических записок» и «Географии», составленных с учетом знаний, накопленных древнегреческими учеными. Еще более известна обширная «География» Птолемея, которая многие сотни лет служила основным трудом по географии в средневековой Европе. Римские карты служили вполне практическим целям, — они были нужны и военным, и властителям. В Древнем Риме было широко распространено измерение земель, тогда же появились дорожные столбы, расположенные через каждую милю.

Античный мир — родина **лоций** — описаний морских побережий. Подобные руководства используются во всем мире, во всех морях. В таких книгах отмечены бухты, города, горы, удобные места стоянки и содержатся данные о примыкающей суше, доступности питьевой воды и другие важные сведения.

Продолжилось изучение Земли и в Средние века. Отважные путешественники — викинги изучили Северную Атлантику, достигнув Исландии и Северной Америки, они же обогнули Скандинавский полуостров с севера, достигнув Белого моря и Руси.

Марко Поло — сын венецианского купца — приобрел всемирную известность и стяжал бессмертную славу путешествиями в Азию. Он был первым, кто рассказал Европе о Китае, где его семья занималась торговлей в течение 17 лет. Во время войны с Генуей Марко Поло попал в тюрьму, что тем не менее не уменьшило популярности его рассказов и привело к созданию «Книги Марко Поло». Собранные им сведения были использованы при составлении точной карты Азии.

До середины XV века европейцам, кроме Европы, была известна лишь Северная Африка и часть Азии, то есть меньше четвертой части суши. Расширила границы известного мира эпоха Великих географических открытий. В это время сухопутный путь в Азию сильно осложнился из-за Османской империи. Люди двинулись в море на каравеллах — парусных судах, позволявших взять с собой достаточные запасы пищи и питьевой воды.

Наибольшую известность получили экспедиции, отправившиеся в поисках дальних стран из Испании и Португалии, исследовавшие южные пути. Потом Англия и Голландия выслали суда в поисках северных проходов к дальним странам.

К этому времени Испания и Португалия были уже мощными колониальными центрами. Английские моряки постепенно изучили

побережье Северной Америки. Во времена этих путешествий стали известны границы континентов.

В начале XV века, благодаря усилиям португальского принца **Энрике Мореплавателя**, корабли продвинулись вдоль африканских берегов. Вскоре в Европу попали первые африканские рабы, и работорговля стала одной из основных целей морских путешествий.

Васко да Гама

Васко да Гама — первый европеец, достигший Индии морским путем. Это путешествие продлилось несколько месяцев, полных опасностей как на море, так и на суше. Первое плавание португальцев в Индию было тяжелым, но Васко да Гама снова отправился в Индию и обеспечил завоевание колоний. Он стал вице-королем этих владений.

Мечтой **Христофора Колумба** было достичь Индии западным путем. Родина Колумба — Генуя, но жизнь его прошла в Португалии. Проект западного пути в Индию не нашел в Португалии поддержки, и Колумб отправился в Испанию, где и получил все необходимое, потратив на достижение своей цели еще семь лет.

Христофор Колумб

Экспедиция на запад была тяжелой, полной надежд и разочарований, а обратный путь встретил открывателей новых земель жестокими штормами. Тем не менее Колумб снова возвращается к новой земле, пытаясь найти дорогу к Индии, открывая никому не известные страны.

Америго Веспуччи — единственный человек, в честь которого назван такой крупный географический объект, как континент. Экспедиция Америго Веспуччи достигла дельты Амазонки, Карибского моря и территории современной Венесуэлы.

В начале XVI века Нуньес де Бальбоа открыл Тихий океан, и вскоре после этого **Фернан Магеллан** обращается за поддержкой к португальскому королю, но, как в свое время Колумб, он был вынужден искать помощи в Испании. Магеллан тоже отправляется на поиски западного морского пути в Индию. Достигнув Американского континента, он двинулся на юг вдоль берега и, наконец, отыскал пролив, ведущий в Южный океан, который мы сегодня называем Тихим. Кораблям экспедиции удалось пересечь огромное водное

пространство, но вмешательство Магеллана в политические дела островов стоило ему жизни, и экспедиция завершилась без руководителя. Опасаясь встречи с враждебно настроенными португальцами, испанские моряки медленно пробирались домой вдоль Африканского побережья. Спустя почти три года всего один корабль из пяти достиг родной гавани, и лишь 18 человек из 256 остались в живых. Так было совершено первое в мире кругосветное плавание.

Фернан Магеллан

Многие географические открытия в Америке были сделаны завоевателями — конкистадорами, предводителями которых были Васко Нуньес де Бальбоа и Алонсо де Охеда.

Захват колоний и раздел мира между европейскими державами привели к тому, что на море возникло жесткое противостояние, где самыми непримиримыми врагами были Испания и Англия.

В это время появились морские пираты, которые грабили суда вражеской страны с молчаливого одобрения властей. Наибольшую известность среди этих джентльменов удачи

Фрэнсис Дрейк

приобрел англичанин Фрэнсис Дрейк. Его имя носит огромный пролив между Америкой и неведомой южной землей — Антарктидой, который был обнаружен им в конце XVI века.

УСКОЛЬЗАЮЩИЕ КОНТИНЕНТЫ

Европейцы узнали о существовании Австралии раньше, чем увидели ее берега, — вначале им рассказали об этом малайцы. Множество попыток достичь неизвестного континента в начале XVII века предприняли голландские и испанские путешественники. Впервые этой земли достигли голландцы под началом Виллема Янсзона, считавшие, что они пристали к Новой Гвинее.

Трижды корабли английского путешественника Джеймса Кука пытались проникнуть на юг. Именно Кук стал первым, кто пересек **Южный Полярный круг**. Так далеко на юг до него не забирался ни один европеец. Во время попыток достичь таинственной южной земли Кук обнаружил пролив между Новой Зеландией и Австралией и пролив между двумя островами Новой Зеландии, названный в его честь. Куку так и не удалось пробиться сквозь ледяные преграды. Антарктида была открыта русскими путешественниками **Фаддеем Беллинсгаузеном** и **Михаилом Лазаревым** в 1820 году.

Кук доказал, что Новая Гвинея и Австралия нигде не соединяются, исследовал остров Пасхи, открыл Гавайские острова. Этот человек совершил множество открытий, но был убит островитянами, не стерпевшими бесчинств «цивилизованных» европейцев.

В ГЛУБЬ АФРИКИ

Несмотря на то что благодаря близкому соседству Африка была известна европейцам с древних времен, большая ее часть к концу XVIII века оставалась практически неисследованной. Далекая Америка была изучена гораздо лучше, чем находящаяся «под боком» у Европы Африка.

Путешественники разных стран пытались проникнуть в глубь Черного континента. Более

или менее успешно двигались небольшие экспедиции по рекам. Англичанин Давид Ливингстон, продвигаясь при помощи туземцев по реке Замбези, достиг огромного водопада, который был назван им в честь королевы Англии водопадом Виктория. Он же исследовал Южную Африку, а потом и ее восточные районы. Генри Стэнли, тоже англичанин, совершил несколько путешествий по Африке и первым прошел реку Конго от истоков до устья.

ПОИСКИ ПРЕДЕЛОВ

Император Петр Первый не знал, насколько велика страна, где он был царем, потому что северные и восточные пределы Евразийского континента к тому времени не были достигнуты. Для того чтобы внести ясность в этот вопрос, была организована экспедиция, которую возглавил **Витус Беринг**. В течение трех лет участники экспедиции добирались до дальневосточных краев и отправились на север на парусном боте «Святой Гавриил». Благодаря этому путешествию было доказано, что Евразия и Америка разделены проливом, который впоследствии был назван именем этого путешественника — Берингов пролив.

В эпоху парусных судов морская дорога из Европы на Дальний Восток была очень долгой, и путь пролегал вокруг Африки или Америки. Короткий путь привлекал моряков давно, но

был практически закрыт для кораблей, которые двигал ветер. Северный морской путь с запада на восток был впервые пройден Нильсом Норденшельдом, но настоящее его освоение началось с применением ледоколов. В начале XX века с востока на запад Северным морским путем двинулась экспедиция Бориса Вилькицкого. Во время этого плавания была открыта Северная Земля.

М. В. Ломоносов

Постоянный приток новых сведений в XVIII веке привел к тому, что в России при Академии наук был создан Географический департамент, издавший через несколько лет первый атлас российских земель. **Ломоносов**, возглавлявший некоторое время главное географическое учреждение России тех времен, изучал плавучие льды, атмосферу и климат.

Морские путешествия и далекие континенты увлекали путешественников разных стран, не исключая Россию, но всего 150 лет назад Внутренняя Азия и ее горы были совершенно неизученным. Тянь-Шань — «Небесные горы» — издавна привлекал к себе исследователей. Тайны начали открываться благодаря

путешествиям **Петра Петровича Семенова-Тян-Шанского.** Дневники его путешествий представляют собой прекрасные образцы географических описаний. Кроме таких достижений, как открытие вершины Хан-Тенгри, достигающей без малого 7 тысяч метров, экспедиция собрала обширные ботанические и геологические коллекции, а также множество насекомых.

Многие географические понятия, такие как котловина, горная цепь, низменность, плоскогорье, обязаны своим появлением Семенову Тян-Шанскому.

На Дальнем Востоке в середине XIX века были изучены лишь берега, крупные реки и небольшие пространства вокруг поселений. **Николай Михайлович Пржевальский** известен как исследователь Центральной Азии, но первую серьезную экспедицию он совершил на Дальнем Востоке. Он двигался пешком вдоль рек и проник в неизвестные до той поры места, собрав уникальные коллекции.

Китай, Тибет, Монголия стали местом проведения дальнейших экспедиций под руководством этого человека. Во время одной из них был обнаружен новый вид лошади, который назвали в честь Пржевальского.

Тропические леса Новой Гвинеи — далекий край. В семидесятых годах XX века эти острова оставались практически такими же, как до появления белых людей. **Николай Николаевич Миклухо-Маклай** потратил несколь-

ко лет на изучение этих опасных краев. Войти в доверие к местным жителям оказалось не так-то просто, установление контакта заняло довольно продолжительное время. Всего он совершил пять путешествий к этим островам.

ПОЛЯРНЫЕ ПУТЕШЕСТВИЯ

Исследование полярных областей — Крайнего Севера и Крайнего Юга — связано с работой в очень тяжелых климатических условиях. Нередко главным препятствием оказывается совсем не мороз, хотя, конечно, это самые холодные части планеты.

Ветер в сочетании с морозом — это страшная погода. В таких условиях очень быстро может наступить переохлаждение, кроме того, полярные ветры иногда достигают такой силы, что сбивают человека с ног. Если ко всему этому прибавить снег, то погода станет совсем тяжелой. Это метель, буран, пурга.

При низкой температуре воздуха человек тратит много энергии на обогрев собственного тела. Как бы тепло ты ни оделся, с каждым вдохом ты глотаешь холодный воздух, остужающий тебя изнутри. Можно снизить потерю тепла, если ты наденешь одежду, не пропускающую ветер и воду.

Замерзший человек чувствует боль. Если температура остается такой же или падает, а человеку не удается согреться, боль исчезает,

Строительство иглу

и возникает опасность обморожения — охлаждения настолько сильного, что ткани организма начинают отмирать.

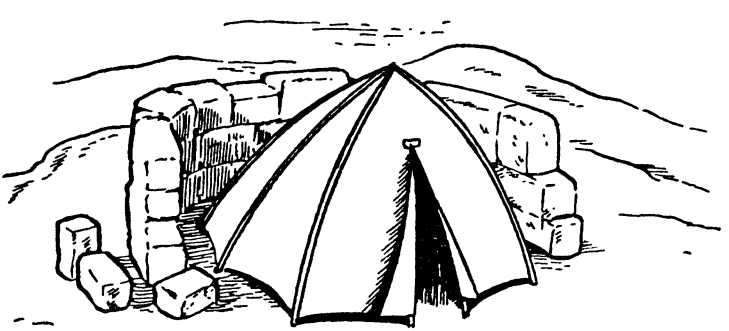
Иногда облачность бывает такой, что невозможно понять, где солнце, — мягкий белый свет льется со всех сторон, в том числе снизу. При таком освещении едва можно разглядеть небольшой участок снега возле своих ног, все остальное теряется в белой мгле. В такую погоду легко заблудится, начать кружить.

В полярных морях из-за разницы между температурой воды и холодного воздуха предметы нередко воспринимаются в искаженном виде: они могут казаться больше. Расстояние между предметами тоже выглядит другим, а линия горизонта становится дрожащей и размытой.

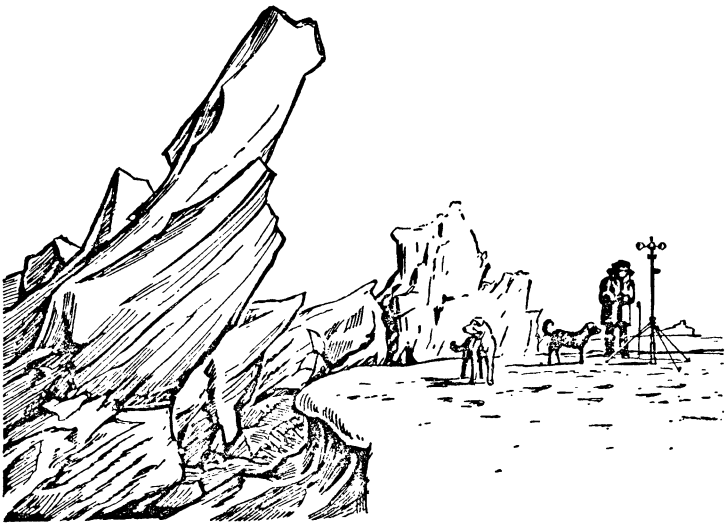
Снег в полярных областях настолько чистый, что прекрасно отражает ультрафиолетовые лучи. В солнечный день сияние становит-

ся таким сильным, что отраженный от снега свет может вызывать серьезные ожоги глаз, ведущие к потере зрения. В пасмурный день неровности перестают быть видимыми, в этом случае помогают очки с желтыми стеклами. В солнечный день выходить на снежные просторы без темных очков опасно.

Холодный снег в полярных путешествиях оказывается хранителем тепла. Благодаря тому что он содержит много воздуха, слой снега служит прекрасным изоляционным материалом, сохраняющим тепло убежища, которым может стать вырытая в снегу пещера или снежный дом — **иглу**. Если приходится ставить палатку, то хорошо обложить ее снежными кирпичами или хотя бы соорудить ветрозащитную стенку. Сухой холодный воздух вызывает жажду, и приходится топить лед или снег, чтобы получить воду. Морской лед вполне пригоден для получения воды, так как он достаточно пресный.



Палатку надо обложить снежными кирпичами



Ледяные гребни — торосы

Особую опасность для путешественников представляют трещины во льду. Если они засыпаны снегом, их трудно заметить. Во льдах Арктики трещины могут появиться внезапно и так же быстро исчезнуть. Посадка самолета на лед — это всегда риск. Сходящиеся и расходящиеся льдины образуют причудливые нагромождения льда, которые называются **торосами**.

Трудности полярного путешествия компенсируются красотой полярной природы. Иногда тут очень тихо, иногда ревет ветер; свет льется на холодные пространства несколько месяцев подряд, а потом его сменяют бесконечная ночь и холод. Чаще всего человек, попавший на Север, «заболевает» им и возвращается туда снова и снова.

ДЕРЖИ НА СЕВЕР!

Когда мы говорим «в прошлом веке», на ум все еще приходит XIX век. Двадцатый пока представляется временем, которые мы хорошо помним. Это век мировых войн, время, когда, казалось, люди уже знали свои планету очень хорошо. Но все же этот век продолжил время великих открытий. Люди двинулись к полюсам. На север, через льды, и на юг, через замерзший континент.

Начало было положено в конце XIX века знаменитым дрейфом запертого во льдах «Фрама» — корабля, которым командовал **Фритьоф Нансен** — человек, открывший эпоху тяжелых полярных экспедиций и вырванных у льдов открытий и побед.

Американец Роберт Пири потратил всю жизнь на попытки достигнуть **Северного полюса**. Долгие тренировки во льдах Гренландии, тяжелые переходы, отмороженные ноги, работа с эскимосскими собаками, жизнь на костылях — его не остановило ничего.

6 апреля 1909 года **Роберт Пири** с небольшой группой участников достиг точки, которая известна всему миру под названием Северного полюса.

Так думали многие, доверяя словам Пири больше, чем Фредерику Куку, который тоже претендовал на право считаться первым. Долгие споры привели к тому, что Северный полюс считался непокоренным, хотя и Пири и

Кук, вероятно, побывали вблизи него практически в одно и то же время.

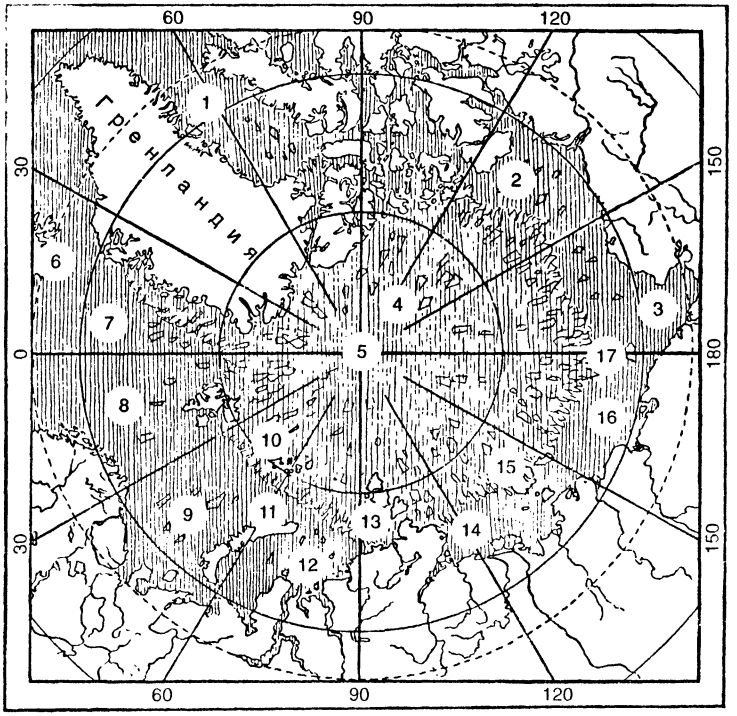
Тяготы путешествий во льдах стали причиной того, что люди начали искать легких путей к полюсу и возложили надежды на воздушный шар и дирижабль. Первое путешествие на неуправляемом воздушном шаре под руководством **Соломона Андрэ** закончилось в 800 километрах от Северного полюса и привело к гибели всех участников.

В 1926 году **Умберто Нобиле** предпринял попытку достигнуть Северного полюса на дирижабле.

За два дня до старта экспедиции Нобиле с того же архипелага Шпицберген взлетел самолет американцев Ричарда Бэрда и Флойда Беннета. Их полет продолжался 15 с половиной часов. В течение нескольких лет они считались первыми людьми, побывавшими в воздухе над самой северной точкой мира. Однако проведенные впоследствии расчеты показали, что имеющегося горючего было недостаточно, чтобы добраться до полюса.

По странному совпадению дирижабль Нобиле двигался к цели те же 15 с половиной часов и, попав на обратном пути в шторм, успешно приземлился. Но и эта экспедиция вызывала много споров.

В конце концов Нобиле снова возглавляет воздушную полярную экспедицию, которой суждено было закончиться катастрофой. В операции по спасению приняло участие не-



Карта Арктики:

1 — Баффинов залив; 2 — море Бофорта; 3 — Чукотское море; 4 — Северный Ледовитый океан; 5 — Северный полюс; 6 — о. Исландия; 7 — Гренландское море; 8 — Норвежское море; 9 — Баренцево море; 10 — Земля Франца Иосифа; 11 — Новая Земля; 12 — Карское море; 13 — Северная Земля; 14 — море Лаптевых; 15 — Новосибирские о-ва; 16 — Восточно-Сибирское море; 17 — о. Врангеля

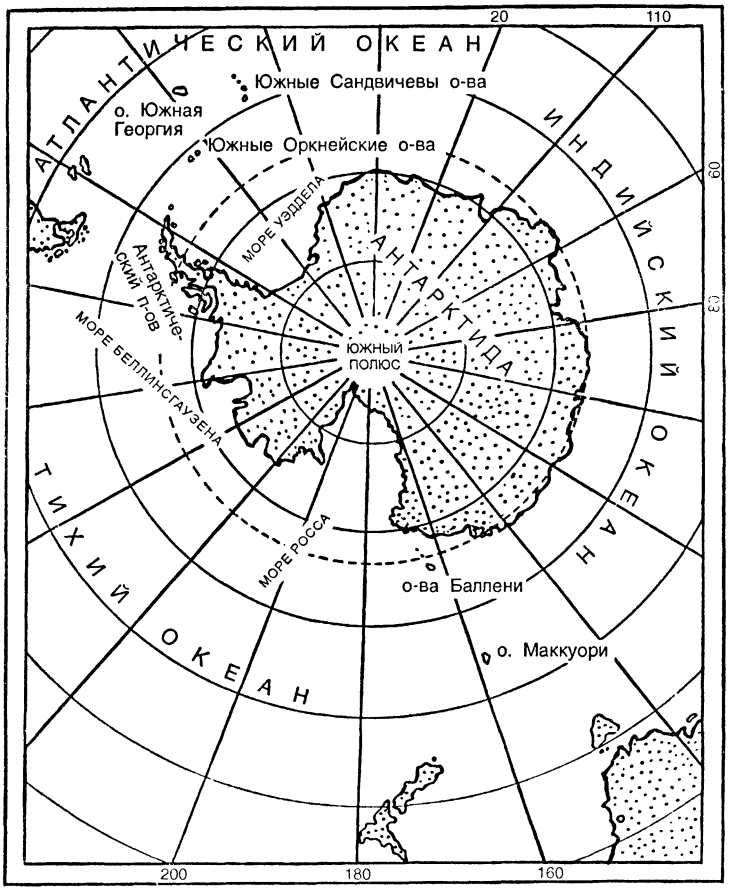
сколько стран. Во время поисковых работ без вести пропал гидросамолет, на борту которого находился **Руал Амундсен.**

В конце тридцатых годов XX века в СССР была организована экспедиция, дрейфующая во льдах Арктики. Ее руководителем стал

Иван Папанин. При помощи самолетов на льду была организована первая станция «Северный полюс». В те же годы советские пилоты дважды совершили перелет в Северную Америку через полюс без посадки. Командирами экипажей были Валерий Чкалов и Михаил Громов. Способам достигнуть полюса, кажется, нет конца, — в 1962 году к Северному полюсу подошла атомная подводная лодка «Ленинский комсомол».

С древних времен идея существования южного континента возникала в умах путешественников. В конце XVIII века Джеймс Кук пытался достичь его берегов, но, несмотря на то что он продвинулся очень далеко, земля осталась неизвестной до 1820 года, когда к ее берегам подошли два русских парусных шлюпа «Восток» и «Мирный». Они не смогли приблизиться к берегу, и моряки разглядели лишь контуры нового континента. В 1840 году береговую линию исследовал англичанин Джеймс Клак, давший названия многим землям и двум вулканам. Но ступить на антарктический берег человек смог лишь в 1895 году. Первым стал австралиец Генрих Булль. Три года спустя в Антарктиде прошла первая зимовка, а в 1911-м люди достигли Южного полюса.

Южная полярная гонка была не такой сложной, как северная, но и здесь не обошлось без непримиримого соперничества. Француз Батист Шарко, англичанин Роберт Шеклтон безуспешно рвались к заветной точке. В 1911 го-



Границы Антарктиды

ду к полюсу практически одновременно двигались англичанин Роберт Скотт и норвежец Руал Амундсен. Скотт пытался достичь полюса при помощи лошадей и мотонарт, а Амундсен ехал на собаках. Первым на полюсе побывал Амундсен, вернувшийся обратно. Экспедиция Скотта погибла на обратном пути.

ГОРЫ НЕ ДЛЯ ВСЕХ

Горы мало кого оставляют равнодушными. Каждый, кто побывал в горах, считает, что они красивы. Некоторым этого мало, и они, глядя снизу, мечтают попасть на вершины.

Альпинизм ведет свое начало от восхождения швейцарцев на гору Монблан в 1786 году. Со временем восхождения приобрели популярность, и в конце XIX века в Европе существовало уже несколько альпинистских клубов. Вначале в Альпах люди покоряли вершины одну за другой, а потом принялись искать все более и более сложные маршруты.

На Земле 14 горных вершин высотой более 8000 метров над уровнем моря. Все восьмитысячники находятся в Азии, в Гималаях и Каракоруме. Эверест, называемый также Джомолунгмой, — самая высокая вершина мира. Чогори, или К-2, всего лишь на 200 метров ниже Эвереста, но технически гораздо сложнее. По этой причине К-2 получила мрачную славу горы-убийцы.

Эверест пытались покорить многие. Вряд ли корректно говорить о покорении гор. Как можно покорить гору или вершину? Можно взойти — можно не взойти. Итак, попытки восхождения на самую высокую в мире гору предпринимались с двадцатых годов XX века. Год за годом альпинисты подходили к наивысшей точке, но по разным причинам были вынуждены возвратиться. Часто отступать при-

ходилось в считанных метрах от победы, отказываясь от нее навсегда. Но есть альпинисты смелые и есть альпинисты старые. Тот, кто достиг успеха как альпинист и многие годы проводил в горах, чаще всего оставался жив благодаря тому, что не пропускал момента, когда идти вперед — значит идти навстречу смерти.

Успех был достигнут в 1953 году. 29 мая новозеландец Эдмунд Хиллари и шерп Тенцинг Норгей поднялись на вершину самой высокой в мире горы. Сегодня все вершины восьмитысячников достигнуты альпинистами разных стран. На последний восьмитысячник, долго не позволявший никому забраться по своим склонам, — Лхоцзе Средняя — совершила восхождение русская экспедиция.

Альпинизм, особенно высотный, заставляет организм человека работать в жестких условиях. Главная проблема — причина слабости, усталости, горной болезни — уменьшение количества кислорода в воздухе и уменьшение атмосферного давления по мере набора высоты. Долгое пребывание на больших высотах вредит здоровью человека и может привести к смерти. Изобретение кислородного оборудования позволило снизить вероятность смертельных случаев в горах, но с каждым годом все больше альпинистов стараются совершать восхождения с минимальным снаряжением. Цена победы, полученной благодаря аппарату, доставляющему воздух, или механическому пробойнику для крючьев, в спортивном

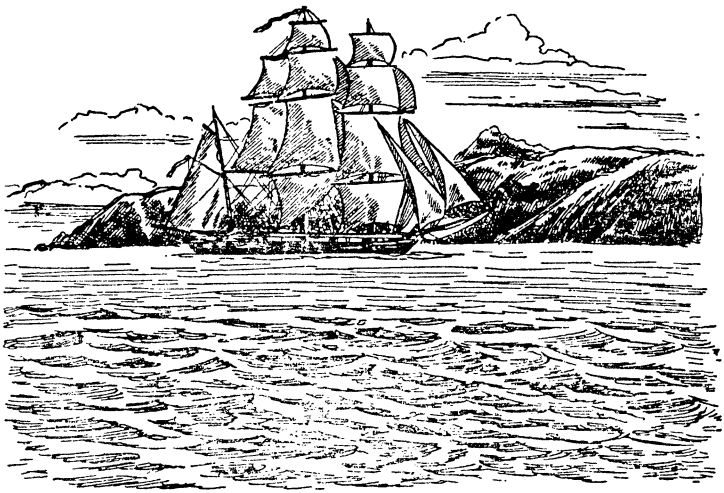
отношении сегодня ниже, чем «чистое» восхождение.

Альпийский стиль восхождения подразумевает быстрое прохождение маршрута с малым весом рюкзаков и легким снаряжением. Гималайский стиль требует многодневной подготовки маршрута к решающему штурму, организации палаточных лагерей на пути к вершине и провешивание веревочных перил в сложных местах.

ОКЕАНЫ

Древние греки считали, что Всемирный океан един и окружает сушу. Некоторые полагали, что на другой стороне тоже есть населенная суша, отделенная от известных земель круговым океаном. Уже в те времена люди считали, что если бы не большое расстояние, можно было бы доплыть до Индии по морю. Впоследствии эти идеи заставляли мореплавателей отправляться в дальний путь в поисках морской дороги в Индию.

Со времен корабля «Бигль», на котором совершил плавание Чарльз Дарвин, ученые стали привычными пассажирами на морских судах. Научное судно «Персей», череда прославленных «Витязей» и другие корабли позволили сделать множество открытий. Благодаря данным, собранным морскими судами, была обнаружена естественная граница Антаркти-



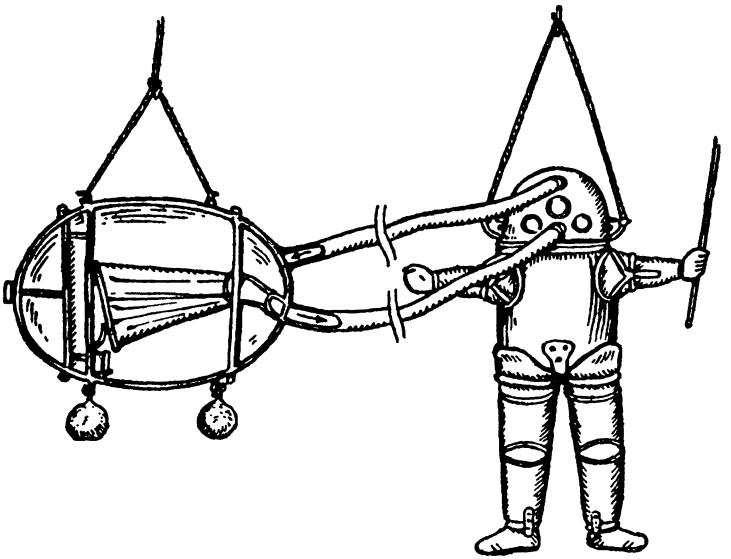
Трехмачтовый парусный корвет «Бигль»

ки — линия, где сходятся холодные полярные и теплые тропические воды. Так же был обнаружен Срединно-Атлантический хребет. Одна из его вершин, выступающая над поверхностью океана, называется островом Святой Елены.

ПОДВОДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Долгое время попытки проникнуть на дно океана ограничивались погружениями ныряльщиков, которые не могли пробыть под водой более двух минут и не проникали глубже 40-метрового рубежа.

В первой половине XIX века был изобретен водолазный костюм, но он был очень тяжелым



Один из первых подводных скафандров

и сковывал движения. В таком костюме можно было находиться на глубинах до 100 метров.

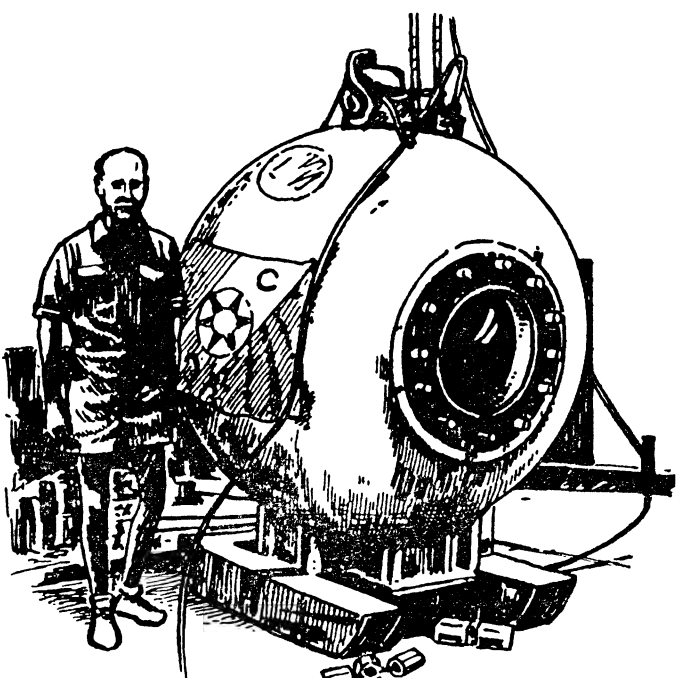
В 30-х годах XX века американские инженеры Бартон и Биб создали управляемое подводное судно, которое получило название батисферы. Это был стальной шар диаметром около полутора метров. Иллюминаторы позволяли исследователю видеть окружающие предметы. С помощью телефонной связи информацию передавали на борт судна, с которым батисфера была связана тросом. Такой подводный аппарат совершил погружение на глубину 400 метров в районе Бермудских островов. Прожектор, которым была оборудована батисфера, позволил увидеть первые

глубоководные пейзажи там, куда уже не проникал свет.

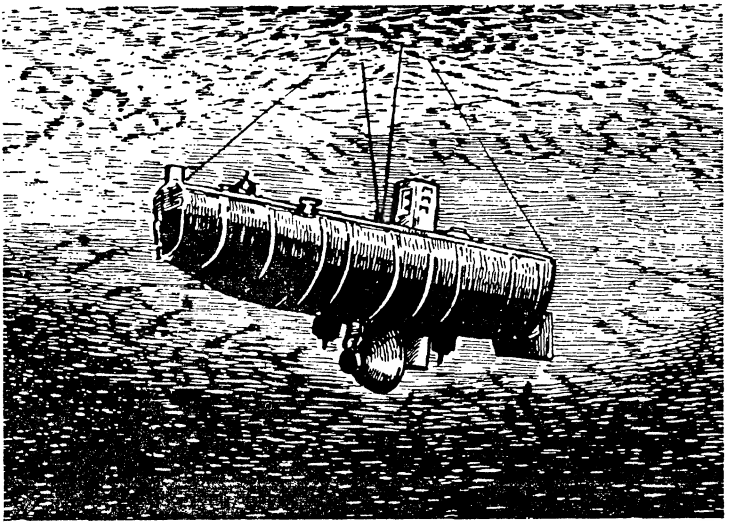
Спустя несколько лет состоялось погружение батисферы на 940 метров. Этот рекорд долгое время оставался непревзойденным.

Новые возможности для подводных исследований открыло изобретение французским моряком Жаком-Ивом Кусто и инженером Эмилем Ганьяном акваланга, сделавшего океан более доступным.

Вскоре был создан аппарат, позволявший совершать погружения автономно, без связи с



Подводная сфера Бартона и Биба

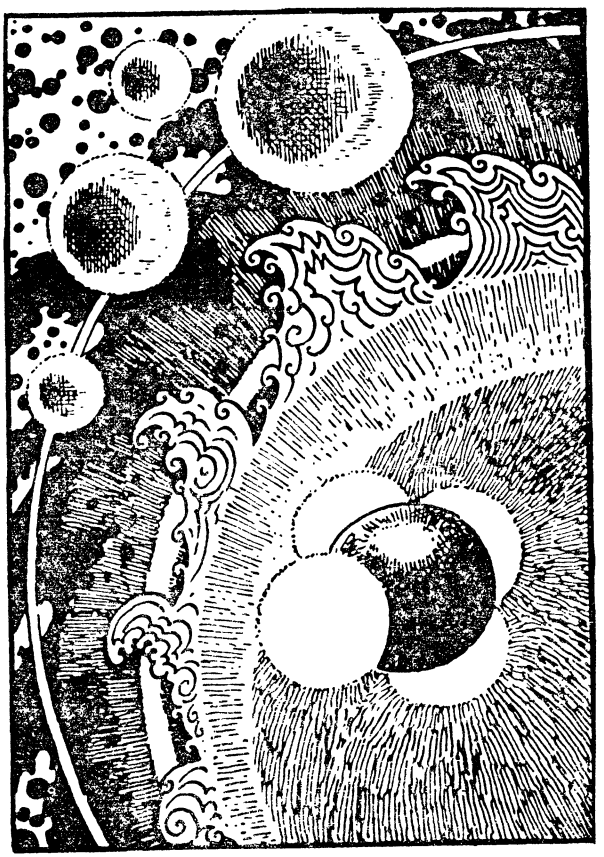


Батискаф

кораблем, — батискаф. В 1960 году на нем достигли дна самого глубокого места на Земле — **Марианского желоба,** глубина которого равна 11 022 метра.

Современные подводные аппараты оснащены механическими манипуляторами, позволяющими собирать предметы, электронной аппаратурой и телекамерами. В наши дни необходимость находиться внутри подводного аппарата отпала. Подводные аппараты без экипажа были, например, использованы при обследовании затонувшего «Титаника».

УСТРОЙСТВО МИРА



ЧТО ТАКОЕ ФИЗИКА?

Физики знают или, по крайней мере, делают вид, что знают, какая сила поднимает в воздух самолет; как парусный корабль может плыть против ветра; почему надо согнуть кисть, прежде чем запустить «летающую тарелку»; откуда берутся полярные сияния; как возникает радуга; что заставляет летать ракеты; как работает телевизор и другие загадочные вещи. Однако, в сущности, человек, как и прежде, живет в окружении таинственных сил. Загадочность мира нисколько не уменьшилась, наоборот...

Физиков интересует все, что занимает какое-то место и имеет вес. Вот эта книга, ты, я, то облако и этот диван могут быть изучены физически. Кроме того, все эти предметы могут перемещаться, изменять свое положение, то есть двигаться. **Физика** — наука о веществе и движении.

КАК РАБОТАЕТ ГОЛОВА УЧЕНОГО?

Наука изменяет мир, в котором мы живем. Несколько лет назад мы звонили друг другу, поворачивая диск телефона, а те, кто родился сегодня, скорее всего будут не глядя нажимать на кнопки. Каждый год человек начинает пользоваться предметами, о существовании

которых он не догадывался, привыкает к ним за пару дней и вскоре уже не может представить себе, как он жил, когда не было этих привычных удобств.

Каждый год приносит больше открытий, чем несколько предыдущих. Мир развивается все быстрее. За последние сто лет произошел мощный научный прорыв. Наша жизнь оставляет мало времени для раздумий о том, как развивается наука, что приносят нам те или иные открытия. Не будешь же, в самом деле, думать об этом по дороге в школу, тем более, домой.

Что ты делаешь, когда сталкиваешься с чем-то непонятным, но хочешь разобраться? Скорее всего, ты найдешь человека, который может тебе все объяснить. Мы доверяем мнению взрослых, родителей, тем, кто знает больше нас. Люди прошлого также искали ответов на свои вопросы у знающих людей, которые пользовались у них авторитетом.

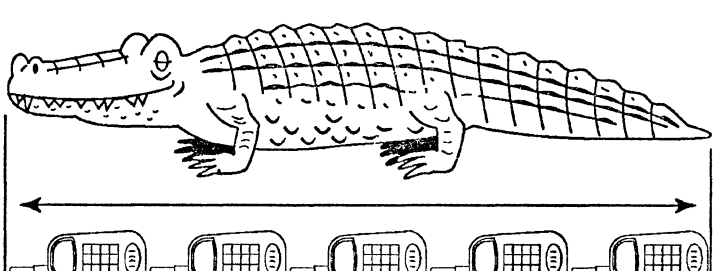
Основываясь на наших знаниях, можно сделать какой-то вывод. Это называется умозаключением. Я делаю умозаключение, что ты человек, потому что ты читаешь, а, насколько мне известно, читать умеют только люди — вот пример умозаключения. Когда для того, чтобы сделать выводы, не хватает данных, мы широко открываем глаза и снова смотрим на то, что нас окружает. Мы наблюдаем.

Как и всякая другая естественная наука, физика осуществляет несбыточную мечту ученых найти ответы на все вопросы. Науки уст-

роены похоже. Вначале человек задает вопрос. Это самый важный этап. От того, как и о чем ты думаешь, напрямую зависит ответ. Потом человек находит несколько возможных ответов, то есть выдвигает гипотезы. Чтобы решить, какая гипотеза выглядит правдоподобнее других, человек ставит опыты, другими словами, проводит эксперимент. Если эксперимент подтверждает одну из гипотез, она становится теорией, то есть более или менее доказанным научным объяснением каких-то событий.

КАК ИЗМЕРИТЬ ВСЕ НА СВЕТЕ?

Физики, как никто, любят точность и любят измерять. Для измерения различных явлений используются различные величины. Время мы меряем в секундах, минутах, часах, днях и так далее; расстояние — в миллиметрах, метрах, километрах; скорость — в метрах



Можно измерить длину крокодила в мобильных телефонах

в секунду, или, например, в километрах в час; массу — в килограммах.

Ты весишь столько же, сколько три собаки, или десять кошек, или сто тридцать мышек или пять тысяч жуков. Можно измерить длину коридора в спичечных коробках или мобильных телефонах, а можно улечься на пол самому и измерить ту же длину, используя в качестве единицы измерения свой рост.

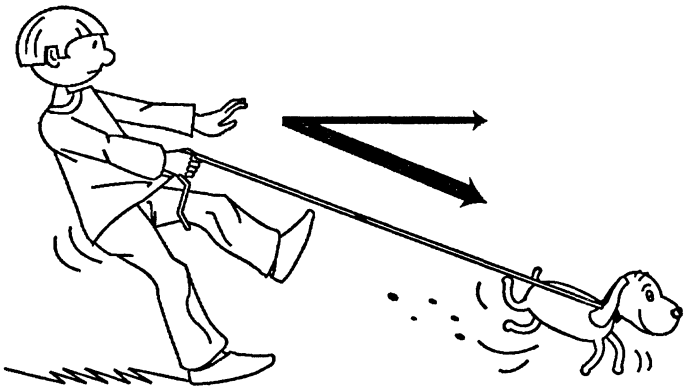
Каков смысл фразы: «Рост Пети сто тридцать сантиметров»? Это значит, что тот, кто говорит эту фразу, и тот, кто ее слушает, знают, что такое сантиметр. Мы не знаем Петю и, тем более, не знаем его рост. Но все мы видели сантиметр, поэтому нам понятно, насколько высок этот загадочный Петя.

Для того чтобы измерять что-то неизвестное, мы должны узнать, сколько известных нам единиц, например сантиметров, укладывается в этом неизвестном (например Петином росте).

Чтобы понимать друг друга, ученые используют одни и те же единицы для измерения различных величин.

ЧТО ТАКОЕ СИЛА?

Кажется, на тропинке что-то лежит. Может быть, монетка, может быть, желудь или пуговица. Ты захотел поднять это и рассмотреть находку получше. Неожиданно прямо из-под ладони этот предмет начал двигаться прочь. Может



ли так быть? Никаких ниток от него не тянется, и землетрясения нет. Значит, так быть не может.

Мы знаем, что тело неподвижно, если на него не действует сила. Чтобы не дать собаке убежать, надо крепко держать поводок. Сила нужна и для того, чтобы остановить тело, находящееся в движении. Сила — это толчок или тяга, то есть то, что может начать или прекратить движение. Сила заставляет изменить направление движения, например удар ракеткой отправляет мяч в другую сторону; сила меняет форму, например сила руки изгибает палку.

ЧТО ТАКОЕ ВЕС?

Почему вода из океана не стекает вниз вместе со всеми рыбами, кораблями и купающимися людьми? Почему австралийцы и их соседи не летят вниз головой в далекие дали, хотя Земля круглая?

Те же люди, кто убедил тебя и меня в том, что Земля — это шар, утверждают, что все предметы держатся на Земле благодаря силе тяжести. Это не клей и не гвозди — силу тяжести, как ни жаль, увидеть нельзя. Мы притягиваемся к центру Земли, и прилетели бы туда, если бы нам не мешали пол, асфальт — словом, сама Земля.

В год, когда умер Галилей, бросавший, как известно, шарики с башни, родился Исаак Ньютон. Став старше, он понял, что притяжение двух тел зависит от их массы и расстояния между ними. Чем дальше одно тело находится от другого, тем слабее сила, притягивающая их друг к другу. Заберемся на гору высотой, скажем, 7 тысяч метров. Рюкзак внизу, в базовом лагере, весил 15 килограммов. теперь он весит меньше. Всего на несколько граммов. Мы ничего не вынимали. Просто мы удалили рюкзак от центра Земли, и он стал весить меньше, то есть стал слабее притягиваться к центру нашей планеты.

Каждый скажет, что железо тяжелее дерева, масло легче воды. Что же это значит? Возьмем линейку и два кубика, один деревянный, а другой железный. Измерим их — грани одинакового размера, десять на десять сантиметров, значит, кубики имеют одинаковый объем — каждый по одному литру. Но железный кубик тяжелый, а деревянный гораздо легче.

Плотность — это масса одного литра вещества. Литр железа, как ни странно звучит это

словосочетание, имеет большую массу, чем литр дерева. Железо плотнее.

ЧТО ТАКОЕ ТРЕНИЕ?

Если тянуть сани по снегу, а потом выйти на лед, их станет легче везти. Хотя в санях лежит Петя, утомленный экспериментом. Стоит въехать в город и начать тянуть сани по асфальту, станет тяжело. Трение санных полозьев об асфальт больше, чем о снег или лед.

Петя плотно пообедал и увеличил силу трения. А если бы он не сделал этого, а еще лучше, встал бы и пошел рядом, сани заскользили бы легче. Чем больше груз, который мы везем, тем больше трение.

Рифленая подошва скользит плохо, а гладкая хорошо. Шероховатые поверхности плохо скользят, значит, чем более гладкая поверхность, тем меньше сила трения при скольжении по ней.

Чтобы уменьшить силу трения, используют разнообразные смазки. Подшипники твоего велосипеда смазаны для того, чтобы он веселее катился. Если намылить руку, то кольцо будет гораздо легче снять с пальца.

Положим Петю в коляску и покатим ее. Везти стало легче, чем в санях. Древним тоже был известен этот способ. Чтобы уменьшить силу, необходимую для перемещения саней, под полозья можно положить круглые камни или бревна.

Трение санных полозьев об асфальт больше, чем о снег или лед

Если на скользкой дороге приходится резко тормозить, может получиться так, что колеса окажутся зафиксированными, а машина будет скользить вперед. Опытные водители знают, что если тормозить, не давая колесам остановится и скользить, то машина остановится раньше.

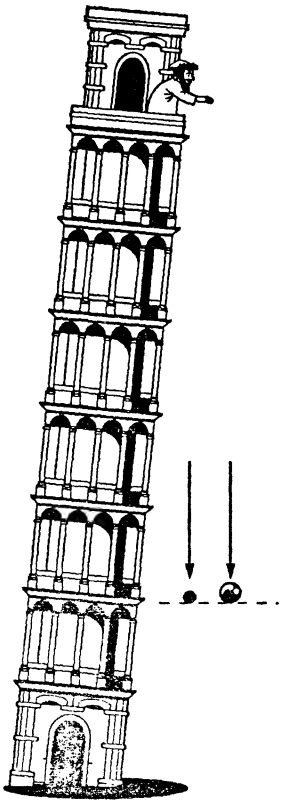
Чем сильнее накачаны шины велосипеда, тем меньше их трение о землю. Если ты собираешься прокатиться по лесной глинистой дороге, лучше приспустить камеры в колесах, тогда они не будут пробуксовывать в грязи, если же нужно развить большую скорость на твердой дороге, нужно, наоборот, подкачать колеса.

КТО БЫСТРЕЕ ПАДАЕТ?

Если ты, потеряв разум, залезешь на крышу пятиэтажного дома и прыгнешь оттуда, скорее всего, это будет твой последний поступок. Если то же самое сделает кошка, то, вероятно, она останется живой и здоровой. Мыши такой полет не причинит вреда, а жук может без последствий упасть с высокой башни.

Каждый знает, как медленно падают хлопья снега в тихий зимний день и как быстро несется к земле брошенный камень. Правда ли, что более тяжелые предметы падают быстрее легких? Древние, в том числе Аристотель, считали что если один шар в 2 раза тяжелее другого, то первый будет в 2 раза быстрее падать.

Люди думали так примерно 1800 лет, пока итальянец Галилео Галилей не решил проверить это и бросил с башни пушечное ядро и маленькую пулю. Они летели рядом и упали одновременно. Почему же тогда снежинка



Опыт Галилея

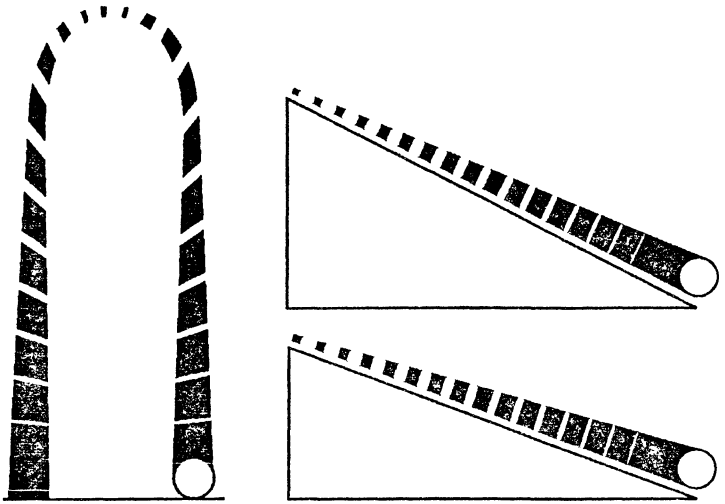
падает медленнее камня? Галилей считал, что дело в сопротивлении воздуха.

И правда, в вакууме, то есть безвоздушном пространстве, снег шел бы с такой же скоростью, с какой летели бы на Землю запущенные в небеса камни.

Итак, экспериментальная физика началась при драматических обстоятельствах. Публичный эксперимент состоялся, и шары упали вместе.

Но этого было недостаточно, чтобы произвести переворот в умах. Авторитет оказывался сильнее даже собственного зрения. В результате число противников Галилея увеличилось. Но это не остановило его стремления изучать законы движения тел.

Предмет, летящий с высоты, каждую секунду летит все быстрее — он разгоняется. На языке физиков, это значит, что тело движется **с ускорением.** Увы, мы не можем поставить на падающий предмет устройство, которое, как спидометр в автомобиле, измеряло бы его скорость. Для того чтобы измерить, как меняется



Галилей предположил, что если скатывать шарики по наклонным плоскостям, то они будут двигаться так же, как падающие тела, только медленнее

скорость падающего тела, нужно довольно сложное оборудование. Эта же проблема стояла перед Галилеем.

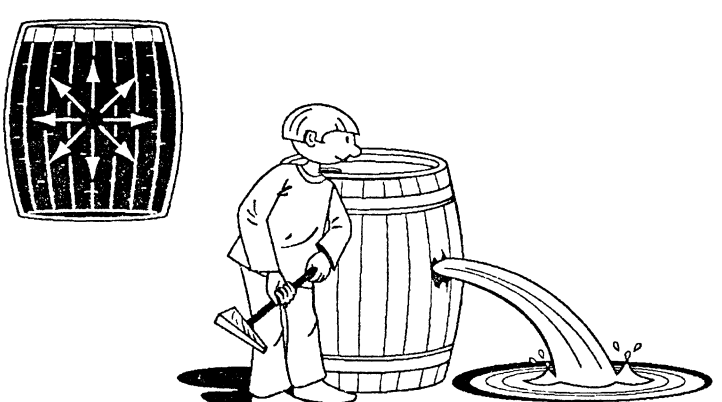
В результате долгих раздумий он предположил, что, если скатывать шарики по наклонным плоскостям, они будут двигаться так же, как падающие тела, только медленнее. Если сделать так, чтобы шарик катился почти без трения, он будет разгоняться до одной и той же скорости, независимо от угла наклона горки. Скорость, которая достигается внизу горки, зависит от высоты, с которой этот шарик был пущен. Если шарик бросить вверх, то его полет будет постепенно замедляться, а при полете вниз шарик снова разгонится.

ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ

Стремительные потоки обладают огромной энергией, которую люди научились превращать в электричество, создав гидроэлектростанции. Конечно, такая энергия довольно дешевая и позволяет не использовать для тех же целей, например, каменный уголь. Но для работы гидроэлектростанции нужно водохранилище, при создании которого затапливаются огромные территории, в результате чего очень сильно изменяется местность.

По морям и океанам, а также по рекам и озерам плавает множество кораблей. Большая часть судов сегодня сделаны из металла. Кусок железа не плавает, тонет. Как же плавает железный корабль? Попробуем разобраться.

Жидкость, помещенная в сосуд, давит на дно сосуда. Чем выше сила, которая давит на



Давление работает и вбок

дно, тем больше **давление**. Давление — это сила, действующая на какую-то площадь, например квадратный метр или сантиметр.

Давление действует не только вниз, но и вверх, объект, попавший в жидкость, выталкивается ею наверх. По этой причине легче поднять камень, находящийся в воде, чем в воздухе. Это свойство жидкости учитывается при создании корпуса корабля.

Кроме того, давление работает и вбок. Попробуйте пробить бочонок сбоку. Из него начнет бить струя жидкости.

О ЧЕМ КРИЧАЛ АРХИМЕД

Как известно, царь Сиракуз Гиерон сомневался, что его корона действительно золотая. Ему стало казаться, что она сделана из сплава с медью, свинцом и другими металлами. Царь мечтал узнать, из чего все-таки сделана корона, но не разрешал ее пилить или повреждать как-то иначе.

Вероятно, Архимеду было известно, что золото в 19,3 раза тяжелее воды. Значит, нужно было узнать объем короны, потом определить, сколько весит такой же объем воды. Если вес короны окажется в 19,3 раза больше веса воды, то можно считать, что корона сделана из золота, без добавления примесей. Такие же измерения необходимо было произвести, чтобы понять, насколько вода легче меди, серебра,

свинца и других металлов, которые могли быть использованы для изготовления короны.

Взвесить корону несложно, но как измерить ее объем, чтобы набрать столько же воды? Ведь корона — не куб, ее линейкой не измеришь. Вначале Архимед хотел расплавить корону и отлить заново в виде куба, цилиндра или любого другого тела, объем которого подсчитать несложно. Но, опасаясь гнева царя, он все-таки не сделал этого.

Если что-то не ладится, всегда неплохо сходить в баню. Это средство известно уже несколько сотен лет. Архимед, посетивший баню, решил погрузиться в ванну, полную воды. При этом часть воды выплеснулась, и тут его осенила идея, которая помогла решить задачу с короной. Архимед выскочил из ванны и понесся по улицам с криком «Эврика!», то есть «Нашел!».

Что же он нашел в ванной? Вероятно, его посетила мысль о том, что объем тела равен объему воды, которую оно вытесняет при погружении. Таким образом, погрузив корону в воду, Архимед смог определить ее объем, измерив, насколько поднялся уровень воды в этом сосуде.

Дерево, кусок пенопласта, надувной шарик или мяч плавают на поверхности воды. Железо, камень, стекло тонут. Мы видим, что предметы с большей **плотностью** погружаются на дно, а легкие, то есть обладающие меньшей плотностью, плавают.

Мы знаем, что на все тела, находящиеся на Земле, действует сила тяжести. Значит, если предмет плавает на поверхности, какая-то сила удерживает его там и не дает тонуть.

ЧТО ТАКОЕ ДАВЛЕНИЕ ГАЗОВ?

Рыбы плавают и на глубине, и около самой поверхности. Если бы рыба имела постоянный объем, то она плавала бы все время на одной глубине. Если бы ей понадобилось подняться

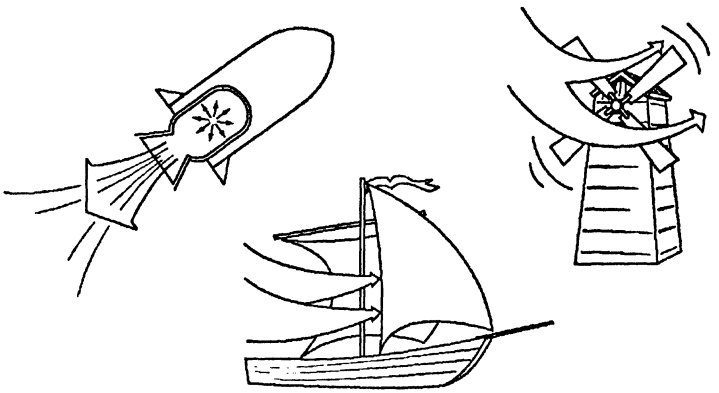
выше или опуститься ниже, ей пришлось бы бороться с силой тяжести, увлекающей ее на дно, или с силой Архимеда, выталкивающей тела на поверхность и обеспечивающей их плавучесть.

Между тем мы видим, как рыбки в аквариуме поднимаются и опускаются без особого напряжения, иногда даже не двигая плавниками. В этом им помогает плавательный пузырь, который может раздуваться, заставляя рыбу всплывать, или сжиматься и опускать ее ближе к дну. По тому же принципу поднимаются и опускаются на дно подводные лодки и аквалангисты. И у лодок, и у пловцов, опускающихся на значительную глубину, есть емкости, которые могут сжиматься, помогая опускаться, или увеличиваться в объеме, обеспечивая подъем к поверхности.

Рыбы, вероятнее всего, не чувствуют давление воды, которое испытываем мы, нырнув в воду, как мы не чувствуем воздуха, который давит на нас. Давление воздуха –привычное для каждого человека явление.

Давление воздуха заставляет вращаться крылья мельниц, благодаря этой силе летают самолеты. Давление газов обеспечивает взлет космического корабля. Ветер, возникающий благодаря этой силе, надувает паруса яхт, стирает с лица Земли дома, перемещает облака.

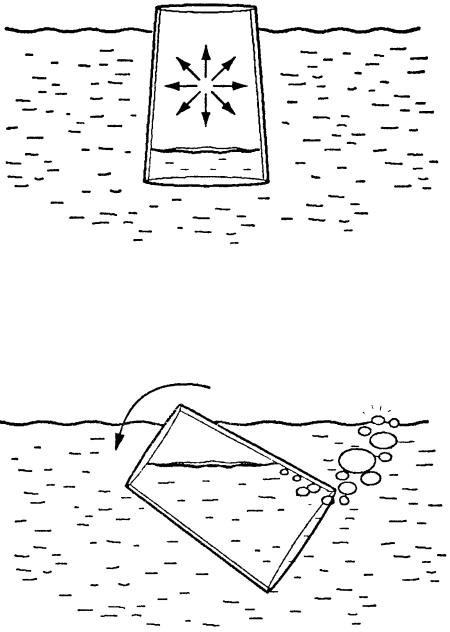
Разве может воздух оказывать давление? Мы не замечаем воздуха вокруг нас, он кажется таким легким, что мы чувствуем его, лишь



Давление газов обеспечивает взлет ракеты, давление воздуха заставляет вращаться лопасти мельницы, а ветер, возникающий благодаря этой силе, надувает паруса

когда дует ветер или мы бежим изо всех сил. Воздух — не предмет. Есть ли у воздуха вес? Если воздух оказывает давление, как мы можем его измерить?

Что такое пустая чашка, пустая кастрюля, пустой бассейн? Мы говорим, что все это сосуды, где ничего нет — они ничем не заполнены. Воздух, заполняющий их, мы не учитываем. Но если погрузить стакан в воду, удерживая его вверх донышком, вода не поднимается внутрь стакана. Теперь, не вынимая руку из воды, перевернем стакан. Пузырь вырывается на поверхность, и только после этого стакан оказывается со всех сторон окруженным водой. Воздух занимает пространство вокруг нас, в том числе стакан, твою комнату, твой дом. Воздух имеет вес: если взвесить колбу с



Опыт со стаканом

воздухом, она окажется тяжелее, чем та же колба, из которой откачали воздух. Только откачав воздух, мы можем с уверенностью заявить — этот сосуд действительно пустой, в нем безвоздушное пространство — **вакуум.**

Существует ли на самом деле атмосферное давление, о котором часто говорят в прогнозах погоды? Ни я, ни ты не ощущаем, что над каждым из нас находится многокилометровый столб воздуха. Есть способ убедиться в том, что воздух оказывает давление на все предметы, находящиеся на Земле. При помощи стакана и емкости с водой можно обнаружить,

что если стакан, заполненный водой, медленно вынимать из воды вверх донышком, вода не будет выливаться до тех пор, пока край стакана не покажется над водой.

Еще более удивительные вещи происходят, если накрыть бумагой стакан, заполненный до краев водой, и перевернуть его, аккуратно придерживая лист. Теперь бумагу можно не придерживать, она не упадет и вода не выльется. Если, опустошив через соломинку коробочку с соком или молоком, мы продолжаем втягивать в себя воздух, то мы таким образом откачиваем его из этой емкости. Под действием атмосферного давления стенки коробочки будут прогибаться внутрь, а сама она — сжиматься.

Эти эксперименты доказывают, что атмосферное давление существует и воздух имеет вес. Кроме того, путешествие на самолете, быстрая езда по горным дорогам или в скоростном лифте вызывает эффект «заложенных ушей». Каждый, кто испытывал это, может служить живым доказательством того, что давление не только существует, но и изменяется с глубиной или высотой.

Существует довольно много полезных приборов и механизмов, в которых используется давление: всевозможные насосы, пылесос, воздушные тормоза.

Если положить на край стола две книги, на них — лист бумаги, а потом подуть так, чтобы воздушный поток проходил между книгами,

листом и поверхностью стола, можно обнаружить, что лист начинает прогибаться к столу. Чем больше скорость потока, тем меньше давление на стенки, поэтому чем сильнее ты дуешь, тем сильнее прогибается бумага.

У самолета есть двигатель, который разгоняет самолет. Это может быть пропеллер, турбина или реактивный двигатель. Почему же

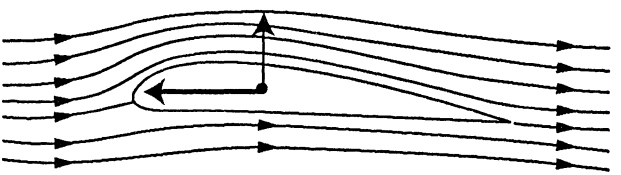


Схема обтекания воздухом крыла самолета

на взлетной полосе самолет в какой-то момент отрывается от земли и взлетает? Дело в том, что крылья самолета снизу более или менее плоские, а сверху — выпуклые. Воздух, набегающий на крыло рассекается его краем, часть воздуха обтекает крыло сверху, а часть снизу. Так как путь поверх крыла оказывается длиннее пути, который воздух должен пройти вдоль нижней более плоской поверхности, скорость воздуха, проносящегося над крылом больше, чем под ним. Значит, на крыло снизу оказывается большее давление, чем сверху. Эта сила поднимает самолет и удерживает его в воздухе.

Если положить на землю мешок, привязать к нему две веревки и тянуть за одну на север, а за другую на запад, то мешок начнет двигаться к северо-западу.

Если яхта движется благодаря ветру, надувающему ее паруса, кажется невероятным, что она может двигаться в сторону, откуда дует ветер. Тем не менее каждый, кто хотя бы раз плавал на парусном судне, знает, что это вполне возможно. Парус, прогибаемый ветром, действует подобно крылу самолета. Скорость движения воздуха с выпуклой стороны

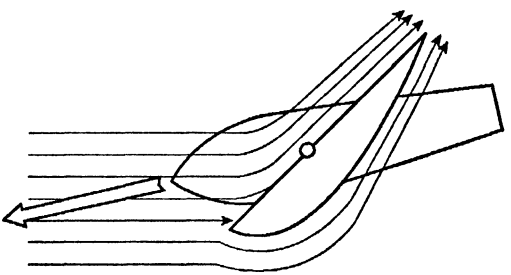


Схема движения яхты против ветра

оказывается выше, чем со стороны вогнутой, и толкает парус, а значит лодку, в направлении выпуклости паруса. Длинный подводный киль не дает лодке смещаться вбок и обеспечивает движение яхты в сторону набегающего ветра, хотя, конечно, плыть под парусом прямо против ветра невозможно.

СИЛА И ПОБЕДА

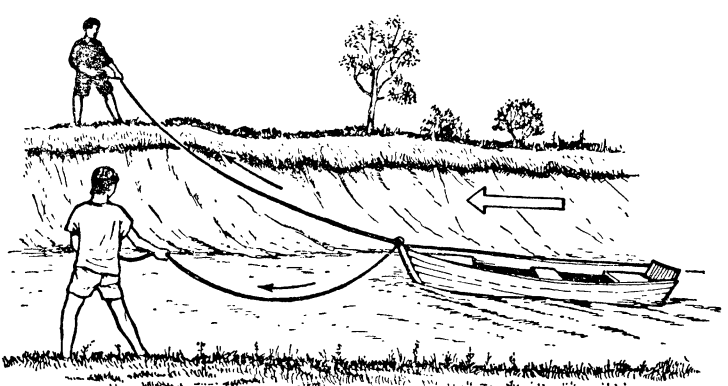
Каждый, кто начинает разбираться в физических явлениях, постоянно сталкивается со словом «сила». Мы знаем, что каждое действие

имеет причину. Для объяснения причин тех или иных явлений мы используем слово «сила».

Силы разные, они всюду. Порой что-то можно сделать гораздо быстрее и с меньшими затратами сил, если прежде как следует подумать. Чем больше ты будешь знать об этом, тем больше у тебя шансов выиграть футбольный матч, доплыть до берега или не попасть в аварию.

Итак, сила — это толчок или тяга. Сила вызывает или прекращает движение, меняет скорость движения, меняет форму тела. Все вокруг находится под действием каких-то сил. Все, что находится на Земле, существует под действием силы тяжести. Если нет силы, которая могла бы удержать предмет над землей, он обязательно упадет вниз.

Часто на один и тот же предмет одновременно действует несколько сил. Это может привести к тому, что, несмотря на приложе-



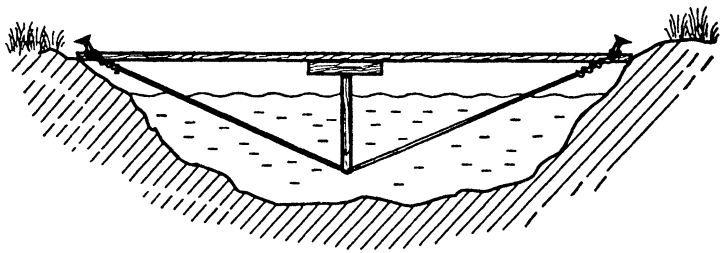
Так удобно тащить лодку вверх по течению

ние сил, предмет никуда не двинется, что было доказано Лебедем, Раком и Щукой из басни Крылова. Если нужно тащить лодку вверх по течению вдвоем, можно привязать к носу лодки две веревки, и каждый возьмет себе одну из них. Если это небольшая речка среди лугов, и веревки не будут путаться, можно пойти по разным берегам. В результате действий каждого из бурлаков лодка должна была бы пристать к берегу, но так как ее тянут с двух сторон, лодка движется вперед. Чем длиннее веревки, тем меньше усилий будет потрачено впустую.

Другое полезное дело можно совершить с автомобилем, застрявшим в грязи. Если привязать машину к дереву и туго натянуть трос, можно добиться гораздо большего успеха, если прогибать трос, чем если просто толкать увязшую машину.

Чем туже натянут трос, тем легче его порвать. На провисшей веревке, прежде чем она разорвется, можно повесить гораздо больший груз, чем на тугой. Иногда совсем небольшого количества льда оказывается достаточно, чтобы разорвать туго натянутые провода. По той же причине тросы подвесного моста имеют большой провис — такой мост выдерживает больший вес.

Если мы решим перейти ручей по тонкой и длинной доске, посередине может произойти катастрофа, последствием которой будет купание. Можно было сделать мост из более



Так можно усовершенствовать небольшой мостик

толстых досок, но можно усовершенствовать и эту конструкцию. Для этого посредине доски нужно прибить брусок так, чтобы образовалось подобие буквы «т» с длинной перекладиной и короткой ножкой, обращенной вниз. Теперь возьмем проволоку и закрепим ее концы на краях доски, а середину на ножке. Теперь можно будет перейти ручей, не сломав доску. Такая система называется «фермой» и используется в строительстве мостов.

Доска прогибается под весом человека и может переломиться. Ферма позволяет избежать прогиба, потому что проволока плохо растягивается и удерживает доску от изгибания.

КАК НЕ ПАДАТЬ В АВТОБУСЕ

Как только мы появляемся на свет, мы начинаем бороться с силой тяжести, которая пытается нас уронить. Устойчивость — это мечта каждого. По дороге в школу, в коридоре с чашкой чая, на велосипеде, в автобусе мы стараем-

ся сохранить равновесие и не рухнуть. Больно, обидно. И чай был горячий.

Люди, занятые разработкой новых автомобилей, кораблей, чашек и тарелок, телевизоров и стульев, должны сделать свое дело так, чтобы изобретенный ими предмет был устойчивым.

Устойчивость можно повысить разными способами. Например, увеличить массу. Телевизор, отлитый из чугуна, перевернуть гораздо труднее, чем обычный. Можно увеличить площадь основания. Настольная лампа обычно имеет довольно широкую подставку, как и многие другие предметы, которые лучше не переворачивать. Желательно сделать так, чтобы самые тяжелые детали, основная масса предмета была расположена над центром его основания.

Если в автобусе, который едет по неровной дороге, положить тяжелую сумку на плечо, при резком торможении шанс упасть становится гораздо больше, чем в том случае, когда сумку держат в руке. Чем ниже находится центр тяжести, тем устойчивее конструкция. Это полезно знать при укладывании рюкзака перед дальней дорогой. Если положить тяжелые вещи в верхнюю часть рюкзака, то при ходьбе возникнут неудобства, тяжелый верх будет все время стремиться к земле, качая владельца то влево, то вправо, и в результате можно-таки упасть. Известны случаи, когда человек, споткнувшийся с таким рюкзаком, быстро

занимал положение «стоя на голове и ногах» и не мог подняться без посторонней помощи из-за рюкзака, съехавшего на затылок. На узкой тропе в горах это просто опасно.

ОТКРЫТИЯ НЬЮТОНА

Кажется странным, что шар весом 1 килограмм падает так же быстро, как двухкилограммовый шар. Почему же тогда чем сильнее бросишь мяч, тем быстрее он летит? Это чем-то напоминает утверждение Аристотеля: чем тяжелее тело, тем быстрее оно должно упасть. Благодаря Галилею мы знаем, что это не так, но с трудом можем объяснить ситуацию с шарами и мячом.

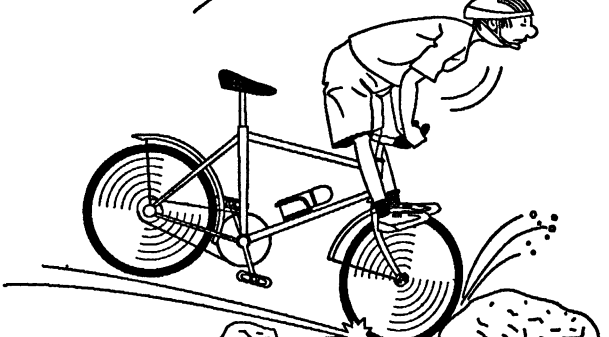
Инерция — это стремление всех предметов оставаться в покое. Бревно или камень, о который ты споткнулся, не хочет начинать движе-

ние и, даже откатившись, довольно быстро останавливается.

В то же время тело, которое находится в движении по прямой линии, стремится продолжить движение. Именно поэтому резкая остановка автобуса вызывает смещение находящихся в нем людей в сторону кабины водителя —наши тела стремятся продолжить движение. Резкий старт автобуса вызывает падение пассажиров в сторону задней части салона. Это проявление инерции.

Если на велосипеде ехать с большой скоростью и резко затормозить, можно перелететь через руль. Именно поэтому езда на велосипеде, который может развивать большую скорость, без шлема — занятие довольно опасное.

Если бы Земля могла вдруг остановиться, то все, что находится бы на ней незакрепленным, оказалось бы сорванным с места силой инерции и улетело прочь. Если мы бросим из

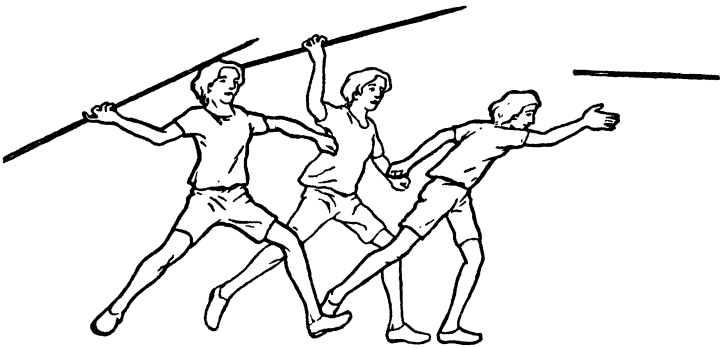


едущей машины огрызок в мусорный бак, с которым мы поравнялись, огрызок пролетит и упадет дальше благодаря инерции. Сначала, оторвавшись от руки, огрызок будет двигаться вперед со скоростью машины — так работает инерция.

Сила, с которой летящий футбольный мяч действует на вратаря, изменяется в зависимости от времени, которое нужно для того, чтобы мяч остановился. Если ты ловишь мяч жестко, напрягая мышцы, ты получишь сильный удар. Если же ловить мяч мягко, то есть немного сдвигать руки назад в момент, когда мяч попадает в руки, время остановки увеличивается и удар сильно смягчается.

По той же причине прыгают не на прямые ноги, а приземляются чуть согнув колени, чтобы, коснувшись земли, слегка продолжить движение за счет сгибания ног и смягчить удар. Если этого не сделать, можно сломать ногу. Также не стоит напрягать мышцы при падении, а в момент удара смещаться в ту сторону, куда направлена сила удара.

Для того чтобы ружье стреляло дальше, оно должно быть длинноствольным. Время движения пули в стволе увеличивается, и увеличивается время разгона, а, значит, и скорость пули. Чтобы дальше бросить камень, диск или метнуть копье, имеет смысл при броске разворачивать тело, продолжая рукой движение предмета. Так увеличивается путь, который предмет проходит, разгоняясь.



Чтобы дальше метнуть копье, нужно делать бросок, разворачивая тело, и продолжать рукой движение предмета

Тем, кто не знает законов движения, кажется странным, что можно раскрутить ведерко с водой, и, пока оно будет крутиться достаточно быстро, вода не выльется. Монетка, запущенная на столе, вращается в вертикальном положении, а волчок не падает до тех пор, пока не прекратит вращаться.

Когда автобус делает крутой поворот, пассажиры чувствуют, что на них действует сила, смещающая их к боковой стене. Эта сила называется центробежной. Она действует на все предметы, которые двигаются по окружности, стремясь отбросить предмет от центра окружности. Центробежная сила служит причиной того, что грязь летит с колес буксующего автомобиля, а искры — с точильного круга. Вода в стиральной машине в режиме отжима выходит через шланг под действием центробежной силы.

Эта сила используется для разделения смесей жидкостей. Если быстро вращать сосуд с молоком вокруг своей оси, то сливки, как более плотная часть, будут смещаться наружу, а более легкое обезжиренное молоко — ближе к внутренней части. Аппараты, которые позволяют делать такие разделения, называются центрифугами. Центрифуги используются в медицине.

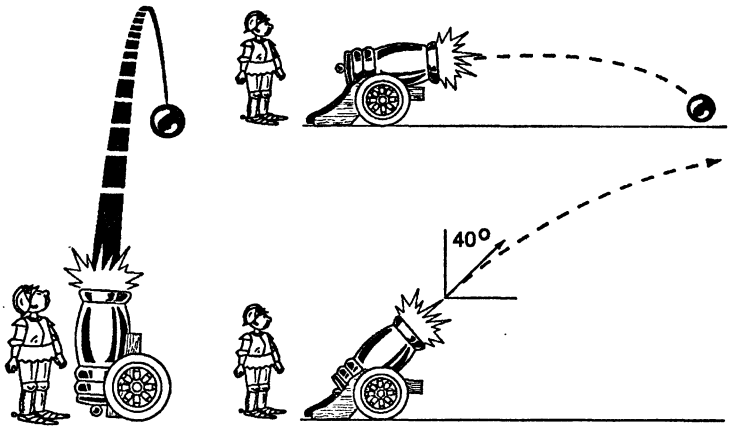
Чем тяжелее тело, тем бóльшая центробежная сила будет действовать на него. Центробежная сила возрастает при увеличении скорости. То же происходит при более крутых поворотах.

КАК ЛЕТАЮТ БРОШЕННЫЕ ТЕЛА

Брошенные тела называют так не потому, что они никому не нужны, а потому, что они летят некоторое время независимо от силы, толкнувшей их вперед. Брошенные тела — это копье, мяч, пуля, снаряд, яблоко, летящее через забор.

Долгое время людям было неважно, как именно летают брошенные тела. Проблемой заинтересовались, когда появились пушки, которые стреляли так далеко, что трудно было понять, насколько точно ведется огонь и что происходит со снарядом, когда он исчезает из вида.

Если мы будем считать, что трение о воздух не стоит брать в расчет, то, запустив мяч



Траектории полета ядра

вертикально вверх, мы увидим перевернутое падение, то есть чем выше мяч будет взлетать, тем медленнее будет его полет, пока он не начнет разгоняться ближе к земле.

Под каким углом к земле нужно бросить мяч, чтобы он улетел дальше всего? Если бросим его слишком круто вверх, то он красиво взлетит к небесам, но упадет не так уж далеко. Если запустить мяч над самой землей, он довольно скоро начнет снижаться и тоже улетит не так далеко, как хотелось бы. Если точка старта и точка приземления лежат на одной высоте, то лучшие результаты даст угол около 45°.

Спортмены-прыгуны, а также атлеты, которые заняты метанием диска или копья, пытаются добиться наибольшей скорости в начале движения. От этого зависит дальность полета. Медлительный человек не может стать чемпионом в этих видах спорта, если только

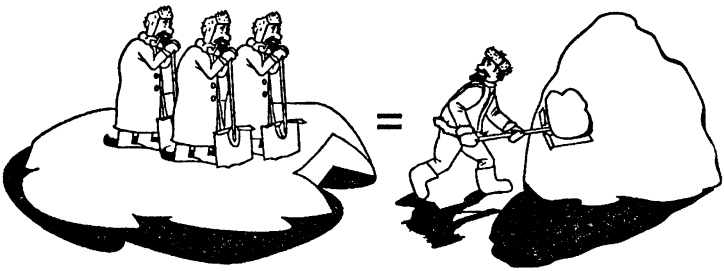
не обладает необыкновенной силой. Именно для того, чтобы достичь наибольшей начальной скорости, удар бейсбольной битой или клюшкой для гольфа делают с разворота.

Прыжки в высоту требуют другого угла. Если их выполнять с места, то прыгать придется почти вертикально, а для того чтобы успешно прыгнуть с разгона, нужно стартовать под углом около 70°. Ракета, которая стартует в космос, начинает полет строго вертикально.

РАБОТА

Понятия «работа», «мощность» и «энергия» сходны. Попытаемся разобраться, что к чему. Мыть пол, сидеть в школе, убирать снег — это работа, но и играть в футбол — это тоже работа. Держать над головой тяжелую штангу, конечно, нелегко, но с точки зрения физики — это не работа. Даже если нам удастся простоять довольно долго, работой это занятие для физика не станет.

Для физиков **работа** — это приложение силы на каком-то пути, а не за какое-то время. Достаточно нам сделать шаг вперед со штангой над головой, как физики смогут с уверенностью сказать, что мы совершили работу. То же самое произойдет, если мы немного опустим или приподнимем штангу, потому что при этом она изменит свое положение, следовательно, пройдет какой-то путь.



Неважно, сколько времени будет дворник чистить от снега каток — два часа или два дня. Сколько бы он ни потратил времени, он сделает одну и ту же работу, ведь он уберет то же количество снега. Но дворник, как известно, дворнику рознь, и один управляется быстрее другого. Здесь работа уже связана со временем — **мощность** дворника, который работает быстрее, больше.

Долгое время угольные шахты Англии затапливались водой, и для откачки воды использовались лошади. Так продолжалось до тех пор, пока англичанин Джеймс Уатт не приспособил паровую машину для того же дела. После этого он, довольный результатом своей деятельности, стал рассуждать, сколько лошадей заменила одна его машина. С этого расчета в мире появилась традиция измерять мощность в лошадиных силах. Двигатель автомобиля имеет мощность от нескольких десятков до нескольких сотен лошадиных сил, а тепловоз — несколько тысяч. Человек среднего веса, который хочет, чтобы о нем сказали, что его мощность равна одной лошадиной

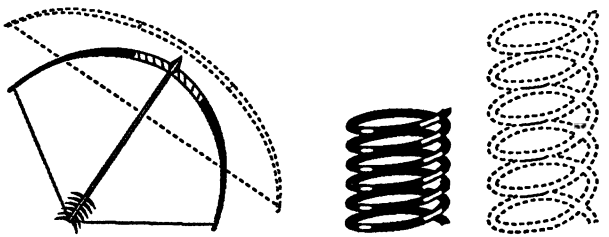
силе, должен научиться залезать по канату на три метра за три секунды.

Энергия тяжелого предмета, упавшего нам на ногу, такова, что может получиться очень больно, и сломается нога или предмет. Если все время кидать камень на одно и то же место, получиться ямка. Предмет, падающий на ногу, или камень, брошенный на землю, пролетают какое-то расстояние и, упав, оказывают воздействие на нас или почву. Энергия — это способность совершать работу. Чем с большей высоты брошен камень, тем глубже ямка, которую он оставит.

КАКАЯ БЫВАЕТ ЭНЕРГИЯ?

Некоторые тела могут быть готовы совершить работу. Человек, лежащий на диване, готов отправиться на работу, хотя он лежит неподвижно. Вода в пруду, сдерживаемая плотиной, готова ринуться вниз и смыть огороды ниже по течению, но пока плотина цела, вода лишь готова совершить работу, но, к счастью, ее не совершает. Значит, вода обладает энергией, которая может быть использована. Такая энергия называется потенциальной. Согнутый, готовый к выстрелу лук, сжатая пружина, сжатый в баллоне газ готовы совершить работу, если им будет позволено прийти в движение.

Если мяч летит, машина едет, корабль плывет, — они совершают работу. Мяч, лежа-



Натянутая тетива лука
и сжатая пружина готовы совершить работу

щий в верхней точке горки, обладает потенциальной энергией: он готов скатиться вниз. Когда он катится, его потенциальная энергия расходуется и переходит в движение.

МЕХАНИЗМЫ, КОТОРЫЕ ПРИДУМАЛ ЧЕЛОВЕК

На каждой кухне можно увидеть мясорубку, консервный нож. В доме найдутся и пылесос, и стиральная машина. На даче топор, лопата, грабли — самые обыденные инструменты.

Заводы заполнены всевозможными механизмами — от гигантских прессов, способных работать с толстыми листами металла, до небольших автоматов, которые сортируют мелкие детали, упаковывают товары, считают и взвешивают, варят и клеят. Сложно найти область современной жизни, в которой не применяются компьютеры.

Среди механизмов, которые использует человек, есть и очень сложные, и простые. Чаще

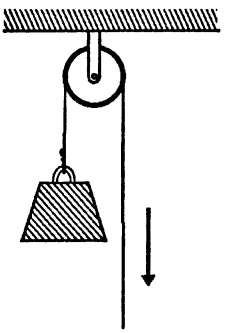
Простейший рычаг

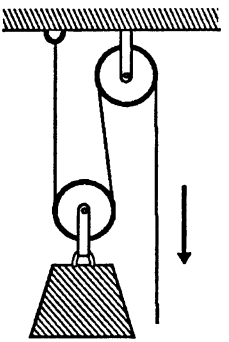
других в простых механизмах человек использует рычаг, ворот, наклонную плоскость, клин, винт и блоки. Попытаем понять, как все это работает

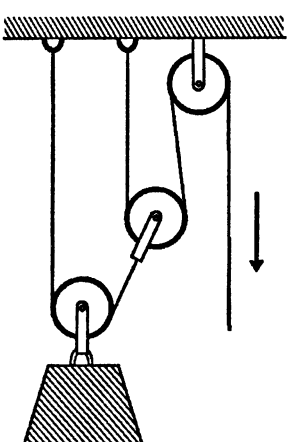
Если ты хочешь перевернуть бревно, можно воспользоваться палкой, подложив под нее, например, камень. Твоя палка и будет рычагом, а подложенный камень — точкой опоры. Если расстояние от камня до бревна меньше, чем длина палки от камня до твоих рук, ты сможешь перевернуть дерево, которое без помощи рычага не смог бы даже сдвинуть с места.

Попробуем поднять бревно на веревке. На первый взгляд, если нам едва удалось перевернуть его при помощи рычага, то не то что поднять, даже приподнять его мы не можем. Здесь нам помогут блоки. Бревно поднимается, и, хотя нам приходится вытягивать в 2 раза больше веревки, мы удвоили наши усилия

по подъему бревна, а ведь наши руки и спина не стали сильнее. Так устроен блок, который очень помогает в работе, когда нужно поднять что-то наверх. Например, блоки используются в подъемных кранах.





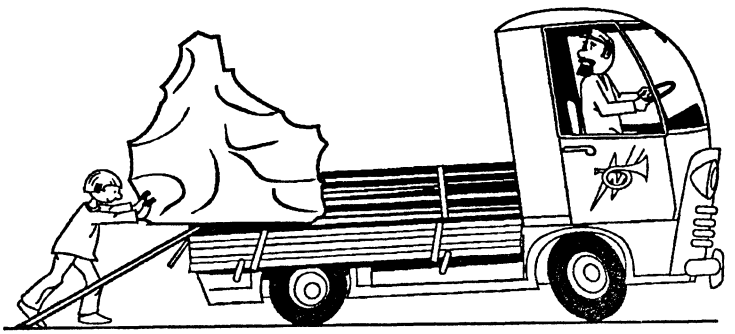


Система блоков

Ворот, с которым мы сталкиваемся несколько раз в день, — это дверная ручка. Убедиться в ее необходимости можно, если попытаться повернуть стержень замка вокруг своей оси, не используя ручку. Даже человек с очень сильными пальцами не сделает этого или будет прилагать неимоверные усилия. То же самое происходит при попытке повернуть сломанный ключ. Пальцы проскальзывают по стержню, но стоить зажать его пассатижами, то есть создать «временный ворот», как ключ повернется.

Другое применение ворота — заднее колесо велосипеда, соединенное со звездочкой. Воротом называют механизм подъема ведра из колодца, и в этом случае ручка, соединенная с вращающимся стержнем, конечно, тоже работает по этому принципу.

Предположим, ты хочешь отправить далеким друзьям на юг огромную глыбу льда, достаточно большую, чтобы к концу пути от нее хоть что-нибудь осталось. Ни обхватить ее руками, ни тем более оторвать от земли ты не можешь. Вот приехал грузовик, который отвезет ее на почту. Тут нам бы помог подъемный кран с его блоками, но крана нет. Зато есть доска, которую одним концом можно положить на кузов грузовика, а другим поставить на землю так, чтобы получился пологий скат. Теперь по этой доске можно задвинуть глыбу в грузовик. Несложное приспособление, но без него трудно обойтись.



Если совместить две наклонные плоскости, то получится **клин.** Для того чтобы поднять ту же ледяную глыбу на высоту борта грузовика, мы можем, не передвигая ее, забить под нее постепенно расширяющийся деревянный брусок, который называют клин. Клин удобно использовать для того, чтобы расколоть узловатое полено, и так действительно делают, когда колют дрова. Клин используется в плуге, который входит в землю, клин — это острие ножа, бритвы и других режущих инструментов.

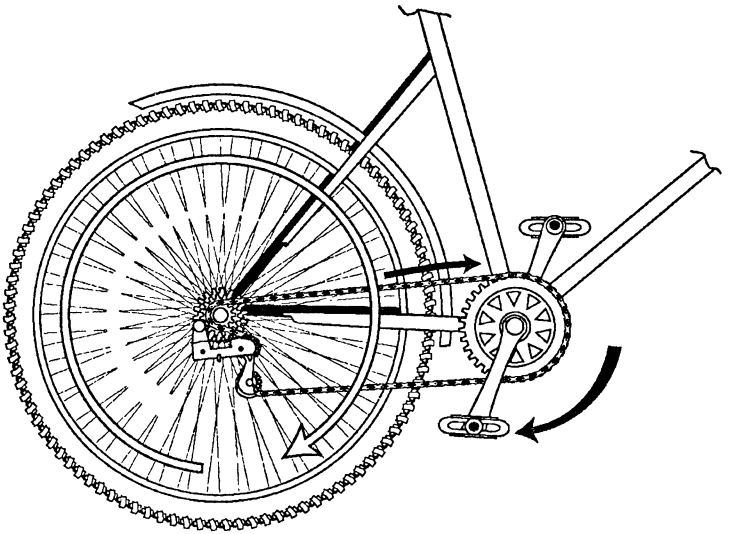
Использование клина

Если наклонную плоскость обвить вокруг какого-нибудь цилиндра, то получится винт. Можно рассмотреть болт, шуруп, штопор, чтобы понять, что именно имеется в виду. Винт тоже используют для подъема тяжелых предметов, например в домкрате. Гайка делает довольно много оборотов, прежде чем сместится на заметную высоту. Таким образом, гайка или груз, который на нее опирается, проходит гораздо более длинный путь по спирали винта, чем если бы мы просто попытались поднять груз вверх. Мы как бы затаскиваем этот груз по длинной наклонной плоскости. Это позволяет сэкономить много сил, и самый слабый водитель оказывается способным поднять машину за один угол, что ему и приходится делать каждый раз, когда нужно заменить колесо.

КАК РАБОТАЮТ РЕМЕННАЯ И ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧИ?

Если взять велосипед и перевернуть его, получится прекрасный инструмент для изучения передач. Звездочка, которая закреплена вместе с педалями, больше, чем та, что установлена на оси заднего колеса.

Крутанем педали. Видно, что пока мы сделали один оборот педалями, маленькая звездочка, а с ней и колесо совершили больше оборотов. Это позволяет не крутить педали с такой же бешеной скоростью, как и вращаю-



Шестеренки разного размера передают усилие от педалей к колесу

щееся колесо, а поворачивать их плавно, даже при быстрой езде. Правда, чем больше разница между передней и задней звездочками, тем большее усилие нужно для того, чтобы прокрутить педали.

Чтобы решить эту проблему в современных велосипедах, например горных, ставят несколько звездочек и механизм, который позволяет переключать передачи, не слезая с велосипеда. Если дорога плохая, например песчаная или глинистая, нужно, чтобы разница между звездочками была маленькой, тогда мы двигаемся медленно, зато нам хватает сил провернуть даже увязшее в грязи колесо. Если же мы едем по асфальту и хорошенько разогнались,

можно увеличить разницу между звездочками и медленно поворачивать педали, двигаясь с большой скоростью.

Коробка передач, то есть несколько шестеренок разного размера, передает усилие от двигателя на колеса, в зависимости от скорости и дороги. Именно для переключения передач нужна ручка между передними сиденьями автомобиля.

КАК УСТРОЕНО ВЕЩЕСТВО?

Несмотря на то что атомы как мельчайшие части вещества были известны довольно давно, долгое время их никто никогда не видел, и они относились к той части научных открытий, в которые приходится верить, не имея возможности посмотреть, как именно все это устроено.

Относительно недавно микроскопы достигли достаточной мощности для того, чтобы с их помощью можно было увидеть структуру вещества. Разные вещества нужны для разных целей. Известно, что Томас Эдисон потратил годы, чтобы отыскать материал, пригодный для изготовления спиралей электрических лампочек. Поиски материалов для разных целей постоянно продолжаются. Все время требуются новые металлы, сплавы, пластики. Для того чтобы делать ножи, ножницы или лезвия, нужны твердые, прочные металлы, а для производства матрасов и подушек — лег-

кие и мягкие материалы. Окно должно быть прозрачным, фундамент — долговечным, а шоссе — способным выдерживать постоянное движение тяжелых машин. Важно хорошо знать, как устроены различные вещества, чтобы все работало как следует.

Вопрос, какова природа вещества, был задан около 2000 лет назад поэтом и философом Лукрецием. Правильным ответом он считал утверждение, что все: вода, камни, животные, деревья — состоит из крошечных частичек, которые он называл корпускулами, или атомами. Он полагал, что атом нельзя раздробить, сломать, разрезать или разделить каким-то другим способом. Лукреций считал, что если чашу воды разделить на несколько капель, а каждую каплю еще на множество капель, то, продолжая такое деление дальше и дальше, в конце концов можно добраться до атомов, которые разделить не удастся.

В те же времена была популярна и другая теория, согласно которой вещество представляет собой сплошную, ровную массу без свободных промежутков, независимо от того, золото это или вода. Но эти промежутки должны существовать, если все состоит из частиц. Сторонники теории непрерывных веществ утверждали, что каплю воды, какого бы размера она не была, всегда можно разделить на еще более мелкие части.

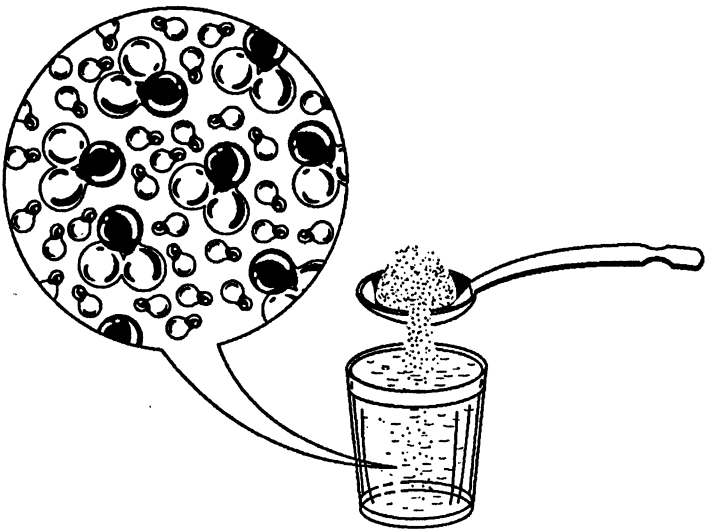
Согласно теории Лукреция, все вещества построены из небольшого количества атомов,

подобно тому, как бесконечное множество слов может быть составлено из букв одного и того же алфавита. Считалось, что атомы — это крошечные кирпичи мира, поэтому для того, чтобы изучать свойства веществ, нужно хорошо представлять себе свойства атомов.

Идея хороша, но, как и всякая идея, она требует доказательств. По традиции, ученые должны доказать, почему они считают идею верной, даже если никто не оспаривает их мнений.

Если атомы существуют, то каковы их размеры? Если мы разольем какую-нибудь жидкость тонким слоем, то толщина этого слоя будет зависеть от размера атомов. Если на поверхность огромного озера капнуть каплю масла, она будет растекаться до определенных пределов — до тех пор, пока самые маленькие частицы масла не окажутся выстроенными в один слой. Если бы таких частиц не существовало, капля масла продолжила бы растекаться, а слои становились бы все тоньше и тоньше до тех пор, пока масло не уперлось бы в берега озера. Но этого не происходит.

Кроме того, поскольку между частицами вещества находятся промежутки, между ними могут уместиться частицы другого вещества, как сможет уместиться песок в корзину, доверху наполненную картошкой. Примерно так же частицы соли умещаются между частицами воды. Если мы возьмем стакан воды и наполним его до краев так, чтобы нельзя было больше прилить ни одной капли, и будем осто-



Между частицами вещества находятся промежутки, в которые могут уместиться частицы другого вещества. Именно поэтому в полный стакан воды удается всыпать чайную ложку соли, не расплескав ни капли

рожно всыпать в него соль, нам удастся всыпать почти чайную ложку, прежде чем вода начнет переливаться через край. Нам не удалось бы сделать это, если бы между частицами воды не было промежутков.

Если взять литр спирта и литр воды и смешать их, итоговый объем окажется меньше двух литров. Это происходит потому, что частицы спирта заполняют пустые промежутки между частицами воды, так же, как в случае с солью.

Такие пустые промежутки между частицами есть не только в жидкостях и газах, но и в твердых телах. В этом можно убедиться, если

знать, что под большим давлением вода проходит сквозь стенки металлического сосуда. Ядовитые газы проходят сквозь докрасна раскаленные стенки железных печей. Незнание этого факта стало причиной нескольких смертельных случаев.

ЧТО ТАКОЕ ЭЛЕМЕНТЫ?

Вряд ли является тайной, что воду можно разделить на водород и кислород, а соединив их обратно, можно получить воду. Значит, самая маленькая частица воды может быть разделена на две части.

Попробуем разделить кислород и водород. Многие годы, с тех пор как были открыты эти газы, не было придумано способа разложить их на еще более простые вещества. Это послужило причиной того, что водород и кислород стали называться химическими элементами, или просто **элементами**, то есть «простыми». Считается, что химические элементы состоят из атомов. Английский химик Дальтон писал, что атомы неделимы, вечны и не могут быть уничтожены. Ньютон утверждал, что атомы так тверды, что не могут износиться или сломаться на куски.

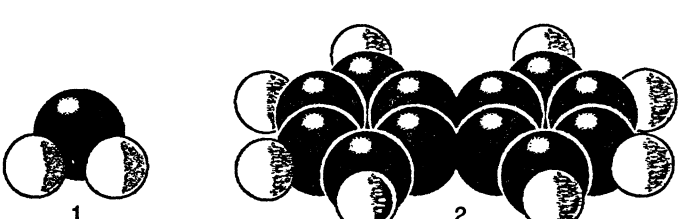
Атомы одного элемента не отличаются друг от друга, но атомы другого элемента отличаются от них. Сегодня известно более 100 элементов, из которых в природе встречаются чуть

меньше 90. Остальные были получены искусственно и существуют очень недолго.

ЧТО ТАКОЕ МОЛЕКУЛЫ?

Молекула — это самая маленькая частица вещества, которая сохраняет все его свойства. То есть молекула воды, например, все еще сохраняет свойства воды, но если ее разделить, то получатся атомы с другими свойствами — водород и кислород.

Молекулы бывают очень разными. Они могут состоять из одного, нескольких или очень большого количества атомов. Молекулу могут образовывать одинаковые или разные атомы. Например, молекула воды образуется при соединении двух атомов водорода и одного атома кислорода. Известны сотни тысяч **химических соединений**, и каждый год открывают все больше новых. Как и слово, которое может быть составлено из букв, химические соединения могут быть составлены из элементов в невероятных количествах и сочетаниях.

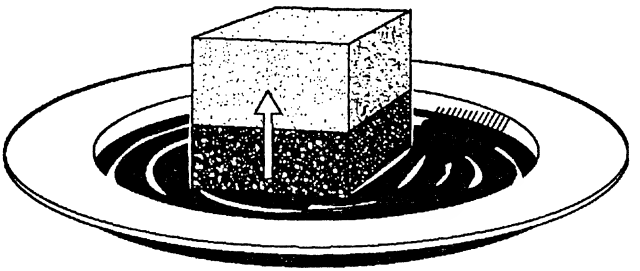


Молекулы: 1 — водорода; 2 — нафталина

В твердых и жидких телах молекулы удерживаются вместе. Между ними действуют силы притяжения. Эти силы удерживают атомы железа в куске металла, атомы углерода в куске алмаза и молекулы воды в куске льда или капле воды. Силы притяжения между молекулами в твердых телах самые сильные. Именно поэтому твердое тело трудно разломать на части. Оно сопротивляется дроблению, и его трудно сжать или разорвать. Трос толщиной всего несколько сантиметров может удержать тепловоз, поднятый в воздух. Силы притяжения между молекулами не дают молекулам в твердом теле двигаться так, как это происходит в жидкостях и газах. Они сохраняют свое положение более или менее постоянным.

В жидкостях молекулы связаны между собой, но не так сильно, как в твердых телах. Галилей обнаружил это свойство жидкости, когда смотрел на капли воды на капустных листьях и обнаружил, что вода не растекается по всему листу, а остается в виде компактной капли. Такие же капли образуются, если вода оказывается пролитой на жирную поверхность. Сцепление молекул в газах очень слабое.

Если молекулы одного вещества притягиваются к молекулам другого вещества, говорят, что произошло смачивание или слипание. Сила смачивания может быть очень большой, например, между клеем и деревом, водой и стеклом, маслом и металлом. Смазка удерживается в подшипниках машин, несмотря на



Вода поднимается вверх по кусочку сахара

большое давление. Если бы смачивания не было, руки никогда не стали бы грязными.

Иногда важно, чтобы смачивание было низким. Например, чтобы ткань не промокала, ее покрывают водоотталкивающим раствором, который уменьшает смачивание ткани водой. Плохо смачиваются водой жирные и маслянистые поверхности.

Силы смачивания оказываются порой сильнее, чем силы притяжения между молекулами. Они бывают настолько велики, что могут заставить подниматься воду вверх по промокательной бумаге или губке, так же чай поднимается вверх по кусочку сахара, которым коснулись поверхности чая.

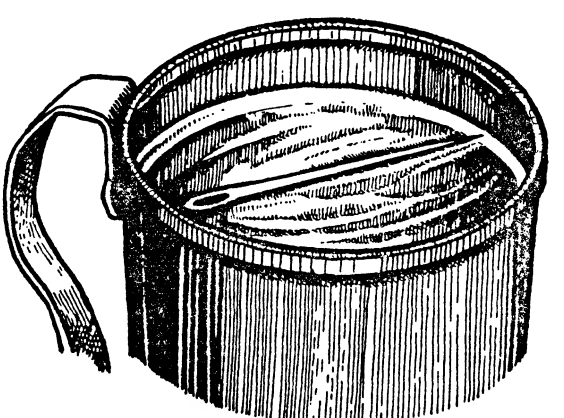
КАК ДЕЙСТВУЕТ СИЛА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ?

Если смазать иглу **жир**ом и аккуратно положить ее на поверхность воды в стакане, она не утонет, хотя сделана из металла. Если

присмотреться к этой иголке повнимательнее, то можно заметить, что пленка воды под ней немного прогибается. Сила сцепления между молекулами на поверхности воды достаточна для того, чтобы не дать иголке прорваться сквозь поверхность. Сила, удерживающая иголку на воде, называется **силой поверхностного натяжения.**

Эта сила играет огромную роль в жизни мелких животных. Мы заходим в реку или озеро и спокойно выходим обратно, даже не вспоминая о том, что сила поверхностного натяжения существует. Это происходит потому, что по сравнению с нашей силой и размерами поверхностное натяжение ничтожно.

Бабочка, муха или жук, упавшие на поверхность воды, скорее всего, никогда не смогут подняться в воздух. Дело не в мокрых кры-



Сила, удерживающая иголку на поверхности воды, называется силой поверхностного натяжения

льях, которые могут и высохнуть, а в том, что сил насекомого недостаточно, чтобы преодолеть силу поверхностного натяжения воды.

Но есть животные, которые используют эту силу себе на пользу. Наиболее известны водомерки. Их лапки покрыты снизу несмачивающимися волосками, которые позволяют водомеркам скользить по водной глади, как на коньках, лишь слегка прогибая поверхностную пленку. Для них водная гладь водоема — огромная ловушка, которая бесперебойно обеспечивает водомерке, питающейся упавшими на поверхность воды насекомыми, поставку корма.

Некоторые водные беспозвоночные скользят по поверхностной пленке, подплывая к ней снизу, а жуки-вертячки рассекают ее, находясь наполовину в воде, а наполовину — в воздухе. Такой образ жизни стал причиной того, что глаз вертячки разделен на две половины: нижняя служит для подводного зрения, а верхняя — для воздушного. Эти приспособления обеспечивают вертячкам добрую охоту.

Кроме того, поверхностная пленка воды передает колебания, которые используются этими охотниками как сигнал, сообщающий о падении в воду жертвы или приближении другой водомерки или вертячки.

Вследствие поверхностного натяжения падающая капля принимает шарообразную форму. Зная это, можно приготовить дробь, если выливать расплавленный свинец в воду через

Формирование капли

маленькие отверстия. Капля жидкости стремится иметь как можно меньшую площадь поверхности, а при том же объеме это значит стать похожей на шар.

Если аккуратно налить спирт поверх воды, то можно увидеть границу, разделяющую эти жидкости. Если теперь капнуть в этот сосуд масло, то будет видно, как оно не утонет в спирту, но будет плавать, расположившись между слоями спирта и воды в виде шара.

Галилей обнаружил, что почти невозможно заставить иголку плавать на поверхности спирта. Если добавить спирт в каплю росы, она растечется по листу, заняв большую площадь. Это происходит из-за того, что сцепле-

ние между молекулами спирта меньше, чем между молекулами воды, поэтому меньше сила, которая могла бы удержать на поверхности предмет. Если каплю спирта капнуть в воду, на которой уже плавает иголка, она утонет.

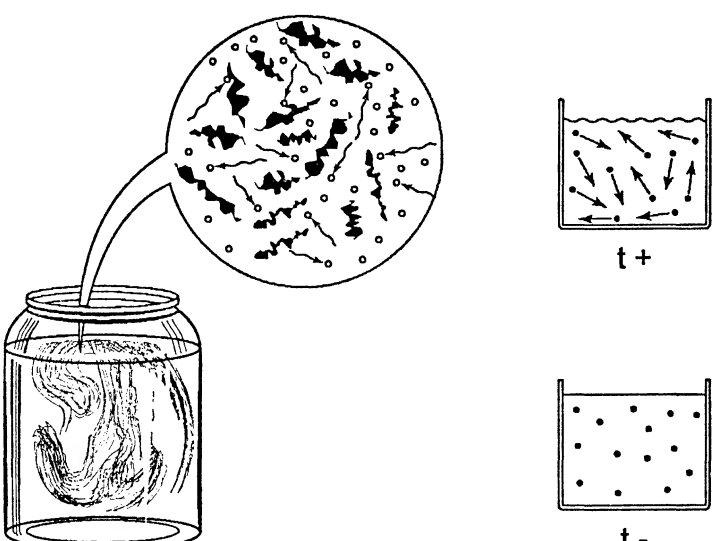
Итак, есть вещества, которые уменьшают поверхностное натяжение воды. Кроме спирта, это, прежде всего, мыло и другие моющие средства. При этом вода получает способность проникать в трещины и щели, в которые раньше не могла бы проникнуть из-за силы поверхностного натяжения. Поэтому сухая ткань, брошенная в мыльную воду, тонет быстрее, чем в чистой воде, а утки и гуси, попав в мыльную воду, с трудом смогли бы держаться на поверхности. По тем же причинам раствор спирта в воде может проникнуть сквозь стенки сосуда, который в обычных условиях не пропускает воду.

Так как спирт и мыло уменьшают силу поверхностного натяжения, они увеличивают смачивание. Именно по этой причине руки гораздо легче отмыть с мылом, а одежду выстирать со стиральным порошком. Мыльная вода обволакивает капельки жира, а чистая вода просто скатывается с жирной поверхности. Смачивающие вещества нужны не только для мытья и стирки. Использование подобных веществ в фотографии позволяет сильно сократить время проявки и закрепления фотопленки и ускорить печать.

ПРИВЕТ УЧАСТНИКАМ БРОУНОВСКОГО ДВИЖЕНИЯ!

В начале XIX века англичанин Роберт Броун рассматривал банку с водой. Мелкие нерастворимые частицы в банке находились в постоянной хаотической пляске без видимых причин. Это движение стало называться **броуновским** в честь человека, который совершил важное открытие, глядя в банку с водой.

Движение частиц происходило потому, что мелкие частицы постоянно толкают молекулы воды, ударяющие их то сверху, то сбоку. То же происходит с частичками табачного дыма,



Броуновское движение частиц: чем быстрее двигаются молекулы, тем выше температура жидкости

которые двигаются, потому что их толкают частицы воздуха.

Броуновское движение можно увидеть самим, если растворить в воде краску, а потом посмотреть на нее в микроскоп. Можно увидеть, как частицы краски постоянно подскакивают от невидимых ударов молекул воды. Частички краски на самом деле огромны по сравнению с молекулами воды. Если поверх одной жидкости налить другую и оставить их на некоторое время, то можно будет увидеть, что граница между ними исчезла, и две жидкости перемешались. Это происходит благодаря движению молекул. Чем быстрее двигаются молекулы, тем выше температура вещества.

ОТКУДА МЫ БЕРЕМ ЭНЕРГИЮ?

Практически все источники энергии, которые мы используем для получения тепла, ведут свое начало от Солнца. В течение многих веков солнечная энергия накапливается в виде нефти, каменного угля и газа. Даже ветер, который в прошлом крутил мельницы и надувал паруса кораблей, обязан своим появлением Солнцу.

Запасы угля, нефти и газа подходят к концу, поэтому люди пытаются найти другие источники энергии — прямо использовать солнечные лучи. Существует мнение, что прямое использование солнечных лучей может стать

даже более выгодным, чем использование атомной энергии.

Долгие годы считалось, что тепло — это вещество «теплород». Может быть, нагревание или охлаждение — это передача энергии? Хорошо бы узнать, что такое температура и как ее измеряют, и что происходит с телом, когда оно охлаждается или нагревается. Ученые прошлого считали, что тепло — это особая жидкость, которая может перетекать от одного тела к другому: при нагревании теплород проникает в тело, а при охлаждении покидает его.

Известно, что большинство тел при нагревании расширяется, а при охлаждении сжимается. Кажется, что это доказывает существование теплорода, который при нагревании как бы занимает место и заставляет тела расширяться, а при охлаждении покидает его.

Но есть вещества, которые при нагревании сжимаются, а при охлаждении расширяются. Если бы в тело проникало какое-то загадочное вещество, а потом покидало его, масса этого предмета должна была бы измениться, но этого не происходит.

Может быть, тепло — это энергия? Американский инженер Томсон наблюдал за тем, как сверлили металл, и заметил, что чем более тупыми были сверла, тем сильнее они нагревались. Что же вызывает разогрев? Видимо, само сверление, то есть тепло — это энергия.

К таким же выводам можно прийти, если тереть на морозе два куска льда. Несмотря на

то, что лед холодный и воздух вокруг тоже, лед начнет плавиться. Единственным источником появления тепла на таком холоде может быть только само трение. Можно для тех же целей взять монетку и начать тереть ее о дерево или грубую ткань. Через несколько секунд монета разогреется так, что ее будет трудно удержать в руках.

ЧТО ПРОИСХОДИТ ПРИ НАГРЕВЕ И ОХЛАЖДЕНИИ?

Чем выше становится температура, тем активнее двигаются молекулы вещества (чем бы оно ни являлось — газом, жидкостью или твердым телом). Все молекулы находятся в постоянном движении, если только температура не опускается до минус 273°С. Эта температура, которая называется **абсолютным нулем**, достигается, когда всякое движение молекул полностью прекращается.

Если зимним вечером в трескучий мороз вынести на улицу чашку с кипящей водой, чашку с раскаленным до такой же температуры песком и большую бочку с теплой водой, через некоторое можно будет увидеть, что первым до 0°С остынет песок, потом замерзнет вода в чашке, а на бочке лед появится в последнюю очередь. На скорость остывания, кроме температуры, влияет и размер предмета.

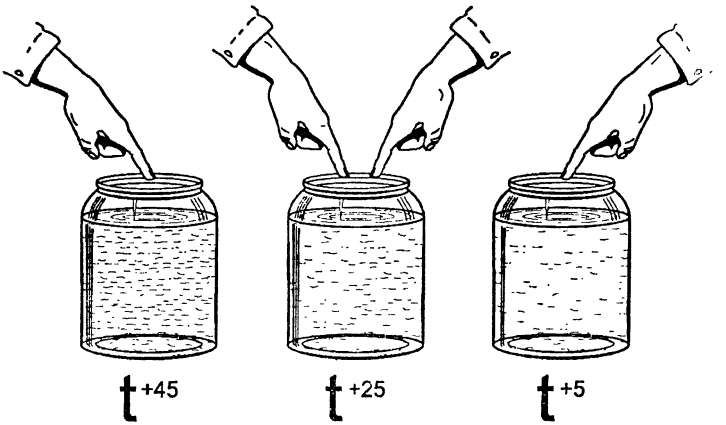
Если нагревать емкость со льдом, температура не будет подниматься выше нуля, пока весь лед не растает. Лед тает при температуре 0°С, при этой же температуре вода начинает замерзать.

Иногда, выйдя из дому, думаешь, что на улице тепло, но, пройдя некоторое время, понимаешь, что на самом деле довольно холодно. Если жарким летним днем спуститься в подвал, то покажется, что там очень холодно, хотя температура там плюс 20°С. Человеческие ощущения не самый лучший метод для измерения температуры.

Возьмем на кухне три кружки и нальем в одну горячую, но не обжигающую воду, в другую — теплую, а в третью — холодную. Теперь палец левой руки опустим в горячую воду, а правой — в холодную. Стоит подождать, пока пальцы привыкнут к температуре воды, в которую они опущены. Теперь одновременно вынем пальцы из чашек и засунем их в чашку с теплой водой. Оказывается пальцу, который был в горячей воде, стало холодно, а палец из холодной воды, наоборот, в теплой воде согрелся.

Температура теплой воды может быть точно измерена при помощи термометра, а наши ощущения сильно зависят от условий, в которых мы находились до опыта.

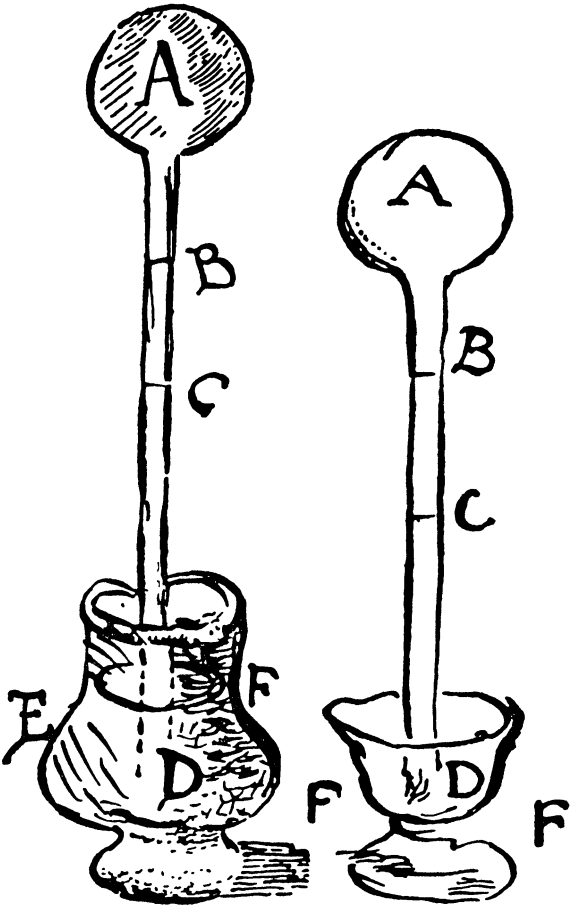
Большая часть термометров работают на основе простого свойства вещества расширяться при нагревании и сжиматься при охлажде-



Опыт с водой разной температуры

нии. В самом первом термометре в качестве расширяющегося и сжимающегося вещества был взят обычный воздух. Изобрел этот термометр Галилей. Этот прибор представлял собой перевернутую колбу с воздухом, опущенную горлышком в сосуд с водой. Прибор был не точен, так как показания термометра зависели от изменчивой погоды, а именно, атмосферного давления. Но и это был важный шаг вперед. Термометр Галилея позволил измерить температуру у больного лихорадкой. Так, впервые, был «поставлен градусник».

В следующих моделях термометров вместо воздуха стали использовать подкрашенную жидкость. Но и эти приборы работали плохо, потому что жидкость испарялась. По настоящему термометры вошли в жизнь человека, когда кто-то из учеников Галилея догадался запаять трубку с жидкостью.



Термометр Галилея. Рисунок из рукописи

Существуют разные термометры для разных целей. Большая часть термометров, которые можно встретить в доме человека, содержат спирт или ртуть. Спирт замерзает при минус 112°С, а кипит — при плюс 72°С. Это делает спирт удобным для уличных термомет-

ров. Ртуть замерзает при минус 39°С, поэтому ртутные термометры нельзя использовать в районах с очень низкими температурами, но зато кипит при 357°, поэтому очень удобна для измерения высоких температур. Так устроены химические и технические термометры для измерения высоких температур.

В медицинских термометрах тоже используется ртуть, что делает их более точными. Для того чтобы ртуть в термометре не опускалась, пока врач подносит термометр к глазам, отверстие в нижней части термометра, около шарика, очень маленькое. Поэтому, чтобы заставить ртуть пройти сквозь него перед тем, как мерить температуру тела, нужно термометр встряхнуть.

Одни из самых точных термометров — газовые. Они позволяют измерять температуру от абсолютного нуля до полутора тысяч градусов.

РАСШИРЕНИЕ И СЖАТИЕ

Если вещество нагреть, то оно расширяется, то есть увеличивается в объеме. Для некоторых сторон нашей жизни это довольно важное свойство, которое нужно учитывать при прокладке железных дорог, ведь в жаркий день горячий металл расширяется, а на морозе сжимается. Поэтому зимой расстояние между рельсами увеличивается, и сильнее стук колес.

Вода тоже расширяется при нагревании и сжимается при охлаждении, но с водой не все просто. При охлаждении вода продолжает сжиматься до температуры 4°С, а при дальнейшем охлаждении начинает расширяться. Когда замерзает пруд, вода в нем сжимается до тех пор, пока не достигнет 4°С. После этого те слои, которые продолжают охлаждаться, снова поднимаются вверх, потому что обладают меньшей плотностью, чем 4-градусная, самая плотная вода. Если по-прежнему холодно, верхние слои воды замерзают и расширяются еще сильнее. Поэтому лед плавает на поверхности, а не опускается на дно. В крупных водоемах вода никогда не промерзает до дна, потому что самые плотные слои воды опускаются на дно и всю зиму сохраняют температуру 4°С. Если бы этого не происходило, озера промерзали бы до дна, а за лето не успевали бы оттаивать, и жизнь в воде не смогла бы существовать.

КАК СДЕЛАТЬ ШКАЛУ ДЛЯ ТЕРМОМЕТРА?

Как же добиться того, чтобы все термометры показывали температуру по единой шкале? Для того чтобы сделать такую шкалу, надо сверить термометр с двумя точками температуры, которая не меняется. Впервые за такие точки приняли температуру снега в холодный зимний день и температуру тела животного. Потом стали в качестве верхней точки брать

температуру расплавленного масла. Но температуры снега, животного и растопленного масла не могут считаться точными. Температура снега зависит от того, насколько морозно на улице. Разные виды животных имеют различную температуру, которая, кроме того, меняется в зависимости от состояния животного, а масло плавится при разных температурах в зависимости от его состава.

В 1714 году в Америке Фаренгейт ввел новую шкалу температуры. Нижней точкой шкалы стала температура смеси льда, нашатыря и соли. Фаренгейт думал, что это самая низкая температура, которую можно получить искусственно, и обозначил ее за ноль, а температуру человеческого тела — 99°. По этой шкале вода замерзает при 32°F, а кипит при 212°F. Латинская буква F обозначает, что измерения проведены по шкале Фаренгейта.

В наши дни большая часть термометров наполняется ртутью, а за ноль принимают точку замерзания воды; 100° считают точкой кипения воды. Эту шкалу ввел в употребление шведский ученый Цельсий в 1742 году, и она называется стоградусной.

ЧТО ТАКОЕ ТЕПЛОЕМКОСТЬ?

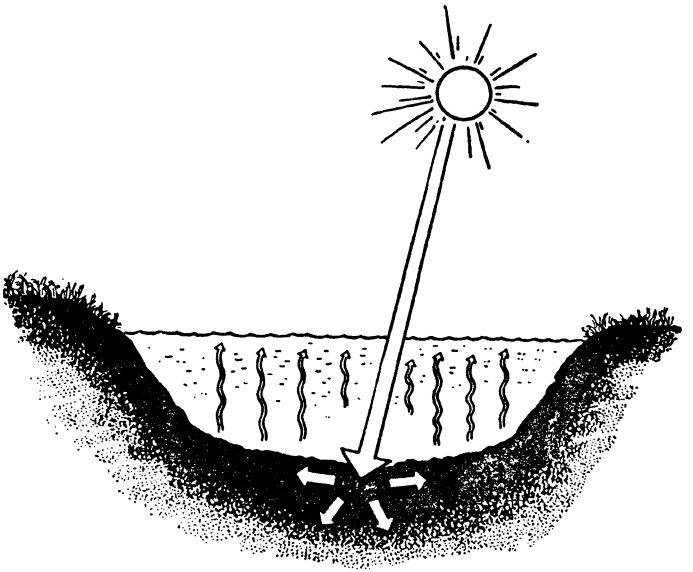
В конце весны и начале лета мы с нетерпением ждем дня, когда вода в озере нагреется, чтобы можно было купаться. Земля нагревается

гораздо быстрее, чем вода. Ветер перемешивает воду, заставляя холодные глубинные слои воды подниматься на поверхность, и снова нужно тепло для их нагрева. Земля же нагревается с поверхности. Если вырыть достаточно глубокую яму, можно достичь слоя, в котором температура сохраняется постоянной.

Скорость нагрева различных веществ неодинакова. Она зависит от теплоемкости. Теплоемкость воды больше, чем теплоемкость земли, то есть при одном и том же объеме для нагрева воды нужно больше тепла, чем для нагрева земли. Для того чтобы нагрелось большое озеро, нужно больше времени, чем для нагрева маленького пруда или лужи; мелкие водоемы нагреваются быстрее глубоких.

Мелкие водоемы могут нагреваться и от дна. Солнечные лучи в таких озерцах проникают до дна и нагревают темный ил или песок, превращаясь в тепло. Нагретая от дна вода постепенно поднимается вверх.

Люди, которые живут вблизи больших озер, хорошо знают, что такое большая теплоемкость воды. Озера медленно нагреваются весной и долго остывают осенью, поэтому в таких местах хорошо вызревают плоды. Поскольку озера медленно нагреваются, теплая весна около больших озер наступает позже, и деревья не распускаются слишком рано и поэтому не страдают от заморозков. Осенью дольше держится теплая погода, поэтому плоды могут зреть дольше, не подвергаясь опасно-



Мелкие водоемы могут нагреваться и от дна

сти замерзания. Такие условия наблюдаются в так называемом «плодовом поясе» вблизи озера Мичиган. Близость больших масс воды обеспечивает мягкий климат многих земель, в том числе Гавайских и Британских островов, Норвегии, Флориды и Южной Калифорнии.

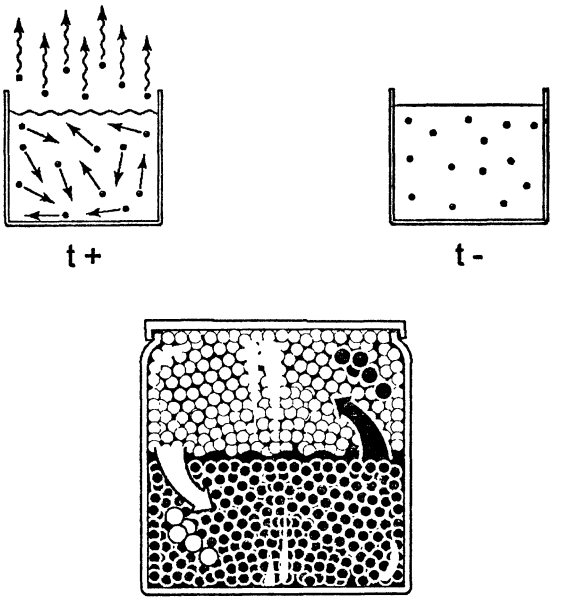
КАК ИСПАРЯЕТСЯ ВОДА?

Если налить воду в открытую посуду и оставить на несколько дней, вода исчезает. Это происходит благодаря испарению. Испарение происходит быстрее, если нагревать жидкость. Кроме того, можно вспомнить, что мок-

рое белье быстрее высыхает на ветру, чем в тихую погоду. Вода из бутылки испаряется дольше, чем такое же количество воды, налитое в тарелку. Если же бутылку заткнуть пробкой, то вода вообще не будет испаряться. Если же мы нальем в тарелку не воду, а такое же количество спирта, то спирт испарится быстрее. Жидкости, которые быстро испаряются, называются летучими.

Если на берегу моря ветрено, то, выходя из воды, мы быстро замерзаем. Испарение требует затрат тепла, поэтому мы охлаждаемся. Жидкость испаряется благодаря тому, что молекулы двигаются, и некоторые из них оказываются быстрее остальных, они могут отрываться с поверхности и уноситься в пространство. Отправляясь в полет, молекула уносит с собой и часть энергии, поэтому жидкость при испарении охлаждается. Чем выше температура, тем быстрее носятся молекулы, и тем больше их может оторваться и отправиться в полет. Поэтому нагретая жидкость испаряется быстрее холодной.

Некоторые из улетевших молекул возвращаются обратно, но жидкость в сосуде продолжает убывать, если их улетает больше, чем возвращается. Если заткнуть бутылку пробкой, то вскоре количество улетевших с поверхности молекул за минуту станет равно количеству вернувшихся обратно за то же время. Воздух над жидкостью в заткнутой бутылке станет **насыщенным паром**. В таком паре количество молекул, одновременно находящихся в



Жидкость испаряется благодаря тому, что некоторые молекулы могут оторваться от ее поверхности. Нагретая жидкость испаряется быстрее холодной

воздухе, не может увеличиться, и если с поверхности взлетит еще пять молекул, столько же упадет обратно в жидкость.

Если воздух разрежен, то улетающие с поверхности молекулы воды реже сталкиваются с молекулами воздуха. Становится меньше ударов, возвращающих улетевшие молекулы обратно в жидкость, и она начинает испаряться сильнее.

Испаряться могут и некоторые твердые вещества. Нафталин, который раньше использовали для отпугивания моли в шкафах с

шерстяной одеждой, как раз относится к таким веществам. Молекулы этих веществ отрываются прямо с поверхности твердого тела, не превращаясь предварительно в жидкость. Этот процесс называется сублимацией, или **возгонкой.** Кроме нафталина такой способностью обладают кристаллы йода, лед, камфара. «Сухой лед», который используют в киосках с мороженым, испаряется очень быстро.

КАК КИПИТ ВОДА?

Если взять чайник, налить в него воды, поставить на огонь и наблюдать за тем, что будет происходить с закипающей водой, можно увидеть, что вначале по всему чайнику появятся маленькие пузырьки. Это воздух, который был растворен в воде. Поскольку мы нагреваем воду снизу, пузырьки пара будут образовываться на дне чайника и всплывать вверх, чтобы в верхних более холодных слоях снова превратиться в воду. Когда температура поднимется еще выше, пузырьки пара начнут достигать поверхности, и из чайника пойдет пар.

Если поместить в кипящий чайник **термометр**, мы увидим, что как бы мы ни прибавляли огонь, температура кипения останется той же. Поэтому нет смысла прибавлять огонь, чтобы быстрее приготовить еду: потребуется то же время — важно, сколько продукты провели в воде с температурой 100°С, а не то, как бурно эта

вода кипела. Так происходит потому, что все тепло, которое подходит к кипящему сосуду, идет на разрыв связей между молекулами, которые, освободившись, становятся частью пара.

КАК РАБОТАЕТ ХОЛОДИЛЬНИК?

Чтобы разобраться в этом тонком и полезном приборе, нужно понять, как газ превращается в жидкость. Для того чтобы превратить газ в жидкость, его нужно охладить или сжать. Быстро добиться успеха можно, проделав и то и другое. Если газ превратили в жидкость, выделилась теплота. Если наоборот, жидкость превратили в пар, все, что касается этого сосуда, охлаждается.

Именно это происходит в холодильнике. Жидкость попадает в испаритель, откуда насос откачивает газ, и охлаждает стенку холодильника. Образовавшийся газ поступает в насос и охлаждается. При этом задняя сторона холодильника нагревается.

КАК ПУТЕШЕСТВУЕТ ТЕПЛО?

Теплая печь в доме обогревает воздух во всех помещениях, тепло распространяется по всем комнатам. Если помешать угли кочергой, то ручка, за которую мы держимся рукой, тоже постепенно нагреется. Тепло Солнца как-то

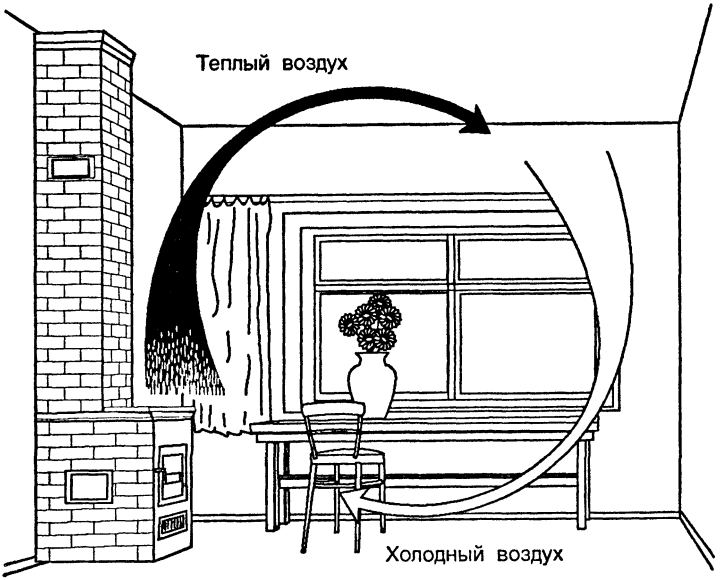
добирается до Земли, несмотря на огромное расстояние, которое их разделяет.

В жидкости и газе тепло может распространяться вместе с движущимися молекулами. В твердых телах происходит нечто подобное, когда колебания одних молекул передаются соседним и так далее. Так нагревается ручка кочерги. В космосе, где нет молекул, теплота передается по-другому.

Дым, выходящий из печной трубы, может подниматься прямо вверх или стелиться по земле. По небу плывут кучевые облака. Вверх к потолку поднимается дым сигареты. Все это происходит потому, что воздух нагревается неравномерно. Когда какая-то часть воздуха нагревается сильнее, она расширяется и становится менее плотной. Более холодный и плотный воздух опускается вниз. Такое перемешивание называется конвекцией.

Конвекция может происходить и в жидкости. Зимой в нашем доме тепло благодаря тому, что нагретый батареей или печью воздух перемешивается с холодным, это происходит во всех отапливаемых помещениях. Именно конвекция служит причиной того, что на нашей планете дуют ветры. Ветер несет изменение погоды, от которой часто зависит многое в жизни людей.

В твердых предметах молекулы не могут двигаться, поэтому конвекция в них невозможна. Зато тепло может передаваться от одной молекулы к другой. Так нагревается ско-



Конвекция в помещении

ворода. Пламя газа вызывает колебания молекул металла в сковороде, и она разогревается. Этот процесс называется **теплопроводностью.**

В быту есть немало примеров того, что одни тела нагреваются быстро, а другие медленно. Алюминиевая ложка в стакане чая очень быстро становится нестерпимо горячей, а стальная продолжает довольно долго оставаться теплой. По сравнению с металлической деревянная ложка вообще почти не нагревается. Значит, сталь лучше проводит тепло, чем дерево, а алюминий — лучше, чем сталь. Если, сидя на стуле, коснуться металлической и деревянной его частей, покажется, что металлическая холоднее. На самом деле весь стул был

одинаковой температуры, просто металл быстрее отнимает тепло пальцев и поэтому кажется холодным.

Поэтому ручку сковороды обычно делают из материала, который плохо проводит тепло, иначе теплопроводность металла сковороды стала бы причиной ожога. Для того чтобы донести очень горячую чашку, мы берем подставку или поднос. Посуда обычно делается из материалов, которые плохо проводят тепло, поэтому мы не обжигаемся о край чашки или тарелки.

Светлая одежда из хлопка неплохо отражает солнечные лучи летом, когда лишнее тепло нам ни к чему, а зимой одежда из темной шерсти хорошо поглощает тепло. Кроме того, в шерстяной одежде задерживается много воздуха, который сам по себе отлично изолирует нас от холода.

Чтобы воздух сохранял тепло, он должен быть неподвижен. Поэтому в стенах домов, построенных в местах с холодным климатом, довольно много полостей, содержащих воздух. Отверстия в кирпиче, двойные стены и рамы — все это защита от холодов.

Один из самых лучших способов сохранить тепло используется в термосе. Поскольку термос затыкают пробкой, конвекция оказывается невозможной. Стенки колбы термоса покрыты изнутри серебристым напылением, и эта зеркальная поверхность отражает большую часть теплового излучения. Колба двойная: из пространства между внутренней и на-

ружной стенками колбы воздух откачан. Поэтому там просто нет молекул, которые могли бы передать тепло путем теплопроводности. Так в термосе реализована защита от всех трех типов передачи тепла.

КАК ГРЕЕТ СОЛНЦЕ?

И конвекция и теплопроводность действуют через частицы вещества. Огромные пространства космоса, разделяющее Землю и Солнце, почти не содержат молекул, тем не менее все знают, что Солнце греет. Такая передача теплоты называется **излучением.**

Благодаря излучению тепло костра можно ощутить, даже находясь довольно далеко от него. Но сразу ставится холодно, если кто-то закрывает от нас пламя. Значит, воздух был и остался холодным, а тепло доходило прямо от костра.

Считается, что тепло в таких случаях передается при помощи особых тепловых волн, испускаемых источником излучения, например Солнцем или костром.

Излучение есть у всех тел, температура которых выше абсолютного нуля. Эти волны особенно хорошо улавливаются темными телами. Мы можем видеть лишь часть этих волн, только те, которые испускают очень горячие тела, например Солнце, спираль лампочки, тлеющие угольки.

Разные поверхности могут отражать или поглощать эти волны. Если тело поглощает тепловые волны, оно нагревается так же, как нагревается в солнечный день черная куртка. Если в тот же день надеть серебристый костюм, то в нем будет холоднее, потому что серебристая поверхность отражает много тепловых волн. Все тела отражают и поглощают тепловые волны.

Не все вещества прозрачны для тепловых волн. Вода, например, не пропускает теплового излучения, зато хорошо пропускает свет, а раствор йода — наоборот. В оранжерее стекла действуют как ловушки тепла, пропуская свет солнца, но не выпуская тепло на улицу.

Количество тепла, которое мы получаем через излучение, зависит от расстояния. Земля получает гораздо больше солнечного тепла, чем, например, Плутон, самая далекая планета Солнечной системы. Даже Марс, следующая после Земли планета от Солнца, получает в 2 раза меньше тепла, чем Земля.

КАК СВЯЗАНЫ ТЕПЛО И РАБОТА?

Тепло можно превратить в работу. Доказательством этого может служить существование большего количества тепловых двигателей и тепловых электростанций. Горячий пар способен совершать работу, если ему предоставлена возможность расширяться. Это было исполь-

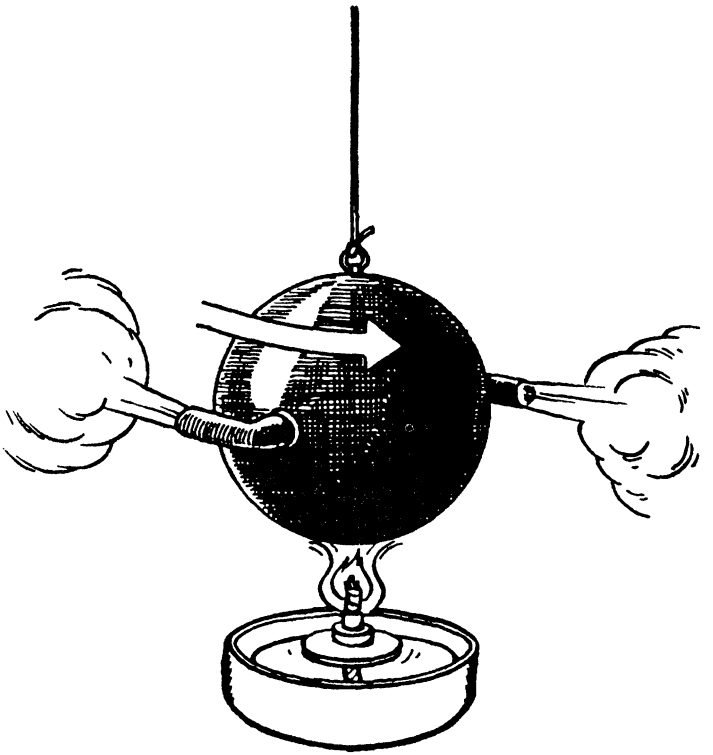
зовано в первых паровых машинах и паровозе. Температура пара при этом понижается.

Для того чтобы превратить энергию, содержащуюся в органических веществах, в тепло, их, как правило, нужно сжечь. Мы делаем это, когда сжигаем стволы деревьев, каменный уголь, природный газ и нефть — все это примеры тел, которые хранят запасы энергии. Каждый, кому приходилось часто разводить костры, знает, что древесина некоторых деревьев горит жарче. Так и все остальные типы топлива выделяют разное количества тепла.

Пища, которую мы едим, используется в нашем организме, в том числе как топливо. Пища нужна для поддержания постоянной температуры тела, возобновления тканей и физической работы. Часть энергии пищи может быть запасена в виде жира и использована, например, во время болезни. Доказано, что лишь треть энергии, которую человек пополняет при помощи пищи, используется для работы мышц. Разная пища содержит разные вещества и запасы энергии. Жир и сахар дают нам больше энергии, чем сок или молоко.

КАК УСТРОЕНА ПАРОВАЯ МАШИНА?

Считается, что первой паровой машиной стала игрушка, которая была изобретена около 4000 лет назад Героном Александрийским.



Первая паровая машина Герона Александрийского

Она состояла из пустотелого шара и двух загнутых трубок. Если такой шар закрепляли над огнем, то пар, вырываясь из трубок, заставлял шар вращаться.

Несмотря на давность идеи, впервые с пользой применять пар стали в XVIII веке. Начало паровой эпохи связывают с именем английского кузнеца Томаса Ньюкомена, который придумал паровую машину для откачивания воды из угольных шахт.

ЧТО ТАКОЕ ВЛАЖНОСТЬ?

Если и есть на свете что-то, что интересно, безусловно, всем, то это, наверное, прогноз погоды. Ведь часто от погоды зависит, что именно мы решаем делать. Мы можем поехать за город и провести время на природе, а можем покататься на коньках, на лодке под парусом, поплавать или пробежаться на лыжах.

От климата зависят одежда и тип жилищ в данной местности. Каникулы могут из-за погоды превратиться в кошмар, а могут стать самым лучшим временем года. От погоды зависит, здоровы ли люди или болеют. Климат одной местности оказывается более или менее постоянным, а погода может полностью поменяться за один день. Что же вызывает изменение погоды?

Одним из самых важных свойств воздуха является **влажность**. Даже над пустыней воздух не бывает совсем сухим. Вода испаряется с поверхностей морей, океанов, рек и озер. Это приводит к тому, что в воздухе постоянно содержится около 4% воды.

Вода не может испаряться все время. Воздух на определенном этапе перестает принимать в себя водяные пары. Такая предельная влажность воздуха считается 100%. Если говорят, что относительная влажность воздуха 75%, это значит, что воздух на три четверти (75%) исчерпал свои возможности по насыщению водой.

От влажности часто зависит состояние людей. Если воздух сухой, испарение воздуха через выдыхание идет быстрее, чем во влажном воздухе. При таких условиях человек замерзает быстрее. Чем быстрее испарение, тем больше охлаждается тело. Для того чтобы человек чувствовал себя хорошо, нужно чтобы воздух был насыщен влагой на 40–60% от возможного, то есть его относительная влажность должна быть 40–60%. Однако зимой в наших домах, школах и других помещениях влажность редко бывает выше 20%. Такие условия не прибавляют здоровья людям.

В ясную, холодную ночь листья, трава и другие предметы охлаждаются так сильно, что воздух, который соприкасается с ними, уже не может удерживать содержащийся в нем пар, и часть его выпадает в виде капель воды, которые мы называем росой. Если температура совсем низкая, то замерзшая роса называется инеем.

КАК СОЛНЦЕ ВЛИЯЕТ НА ПОГОДУ?

Погода во всем мире постоянно меняется, и в этих изменениях участвуют солнечное излучение, влага и воздух. Солнце вызывает изменения во влажности воздуха и различия в атмосферном давлении в разных точках Земли. Поэтому возникают ветры, которые переносят

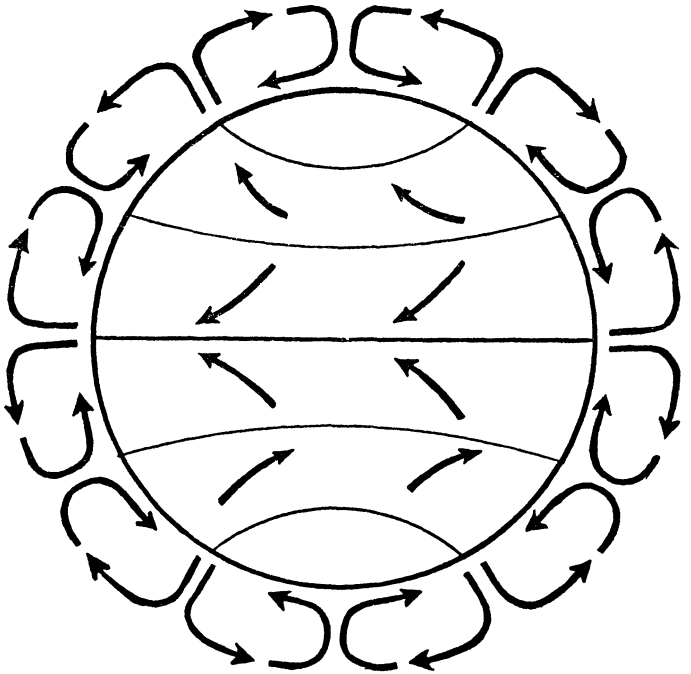


Схема циркуляции атмосферы

над сушей водяной пар, образовавшийся над поверхностью океана или озера.

Если бы Земля не вращалась вокруг своей оси, большая часть теплого воздуха поднималась бы в районе экватора, в самой жаркой части Земли. Причиной подъема более теплого воздуха, как мы уже знаем, служит его расширение при нагревании. Холодный воздух спускался бы к поверхности, в основном около полюсов.

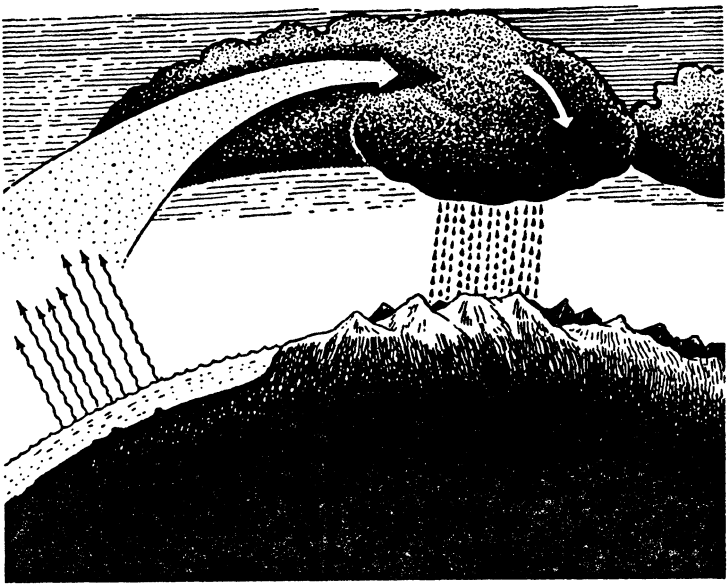
Вращение планеты вызывает смещение поднявшегося над экватором воздуха, и через некоторое время он движется уже не на север,

а почти точно на восток. В этих районах образуются области высокого давления, потому что там происходит накопление воздуха. Отсюда воздух начинает двигаться к северу, и это служит причиной возникновения западных ветров. А там воздух, который возвращается к экваторам, становится северо-восточным и юго-восточным пассатом. Эти два знаменитых ветра сталкиваются в районе экватора и вызывают штиль.

Воздух вблизи экватора нагревается в основном потому, что соприкасается с теплой водой. Это делает его очень влажным. По мере того как влажный воздух поднимается вверх, он расширяется и охлаждается, поэтому высоко в воздухе как бы выпадает роса. Образовавшиеся маленькие капельки воды мы видим как облака. Если воды накапливается слишком много, она проливается на землю в виде дождя. Часто в области экватора обрушиваются колоссальные ливни.

Вода из пара не может превратиться в капельки просто в воздухе. Для того чтобы это произошло, необходимо присутствие в воздухе маленьких частиц, например пыли. В качестве таких тел, вокруг которых формируются капельки росы, могут выступать бактерии, споры и пыльца растений или кристаллики соли.

Вода в облаках остается водой, даже если температура опускается до минус 50°С. Это странно, ведь вода замерзает при нуле. Вода не превращается в лед до тех пор, пока не появит-



Воздух вблизи экватора нагревается в основном потому, что соприкасается с теплой водой

ся какой-нибудь предмет, например самолет. Мгновенно эти переохлажденные капельки превращаются в лед и, накопившись в большом количестве, могут вызвать обледенение самолета, и он станет слишком тяжелым.

Обычно все же капельки воды превращаются в ледяные кристаллы при температуре около минус 30°С. Из таких кристаллов льда состоят перистые облака, которые, как правило, находятся на большой высоте. Если эти кристаллы падают вниз, они проходят сквозь слои с переохлажденными капельками воды. Это вызывает рост кристаллов льда, и они превращаются в шестилучевые снежинки.

Но этот рост происходит по-разному, поэтому, несмотря на огромное количество снега, в нем нет двух одинаковых снежинок.

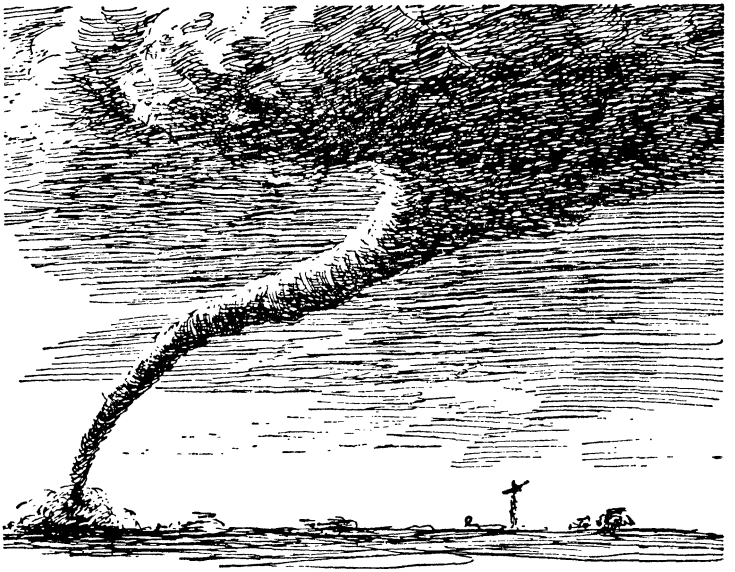
В том случае, когда падающий дождь проходит через холодный слой воздуха, капли его замерзают и покрывают льдом дома, провода, растения, почву.

Часто в теплое время года можно попасть в грозу, которая бывает в жаркие, душные, влажные дни лета. Летом нагревающийся влажный воздух поднимается вверх, и в результате образуются высокие кучевые облака, которые могут принимать форму грибов, хлопьев или волн. В верхней части облака капельки воды превращаются в снежинки и облака превращаются в грозовые. Движущийся вниз поток увлекает снежинки, которые превращаются в дождь. Если эти капельки снова поднимаются вверх, они могут там замерзнуть и превратиться в град.

КАК ВОЗНИКАЮТ БУРИ?

Иногда воздух оказывается слоеным — в нем на разной высоте чередуются слои теплого и холодного воздуха. В таких условиях теплый воздух может подниматься с огромной скоростью и начать вращаться. Образуется облако, имеющее форму воронки. Такой шквал называется **торнадо** или **смерч**.

Так как торнадо вращается с огромной скоростью, в центре воронки давление сильно па-



Торнадо

дает. Если центр торнадо пройдет над домом, в котором окна и двери закрыты, то строение словно взрывается. Несмотря на страшную силу, торнадо обычно существуют очень недолго и проходят по небольшой площади. Поэтому шанс пострадать от торнадо очень невелик.

В тихих солнечных местах океана рождаются **ураганы.** Влажность воздуха в таких местах очень высока, а испарение с поверхности океана огромно. Ураганы, рождающиеся в Тихом океане, обычно называют **тайфунами.**

Часть тропического воздуха нагревается быстрее, поднимается вверх, начиная вращаться и затягивать соседний воздух. Вихрь продолжает усиливаться и разгоняться вокруг

центра, где совсем тихо. Ураганный ветер может дуть на полосе шириной от 50 до 150 километров и более, а сам ураган двигается со скоростью около 15 километров в час.

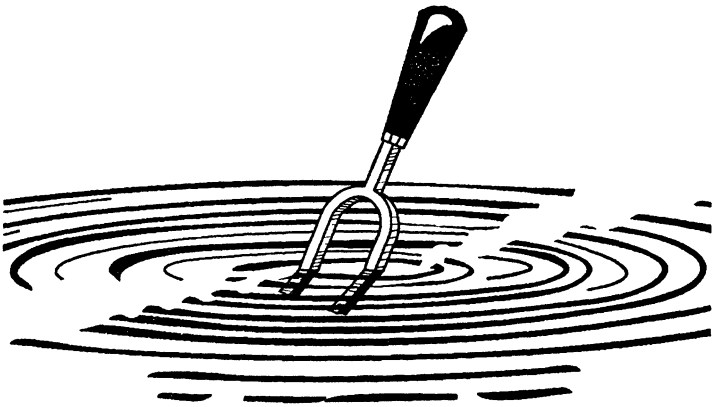
Много ураганов рождается в августе, сентябре и октябре в Карибском море, но большинство из них не достигает суши. Ураган, который достиг берега, начинает ослабевать. Во время урагана идут сильные ливни. Когда подходит центр шторма, ветер может совершенно стихнуть, может появиться солнце. Многие думают, что шторм прекратился. Но вслед за этим шторм приходит с противоположной стороны.

О приближении урагана можно узнать по облакам особой формы или по особым волнам, которые идут на расстоянии 700–1500 километров впереди урагана.

ЧТО ТАКОЕ ЗВУК?

Попробуем разобраться в том, что такое звук, как меняется воздух, по которому проходит звук, и как все это может слышать ухо.

Звуки можно вызывать по-разному. Струны гитары мы дергаем пальцами, скрипичные струны звучат под смычком, духовые инструменты — флейта, труба, кларнет, — начинают звучать после того, как в них вдунут воздух. Барабан и колокол звучат, когда в них ударят. Трение, щелчок, стук — все это возможные причины возникновения звуков.



Если ударить по камертону и опустить его в стакан с водой, можно увидеть, как поверху пошли волны

Понятно, что для того, чтобы что-то звучало, нужно совершить какую-то работу и преодолеть сопротивление, например, натянутой струны. Скрипач работает, проводя смычком по струнам, преодолевая трение. Так же, вынимая пробку из бутылки, мы работаем и преодолеваем силу трения. Для того чтобы получить звук, нужна энергия.

Звук струны возникает благодаря тому, что она колеблется вверх-вниз. Может быть, для того, чтобы издавать звук необходимы колебания? Если положить на барабан листочки бумаги, то при ударе можно заметить их колебания. Если ударить по камертону и опустить его в стакан с водой, можно будет видеть, как поверху пошли волны.

Звуковые колебания передает воздух. Если часы, тиканье которых хорошо слышно,

поместить в сосуд, откуда откачан воздух, тиканье не будет слышно. Звук передает не только воздух, но и жидкости, твердые тела. Часто приближение поезда можно определить, приложив ухо к рельсу, хотя поезда еще не видно и не слышно.

Звуковые волны могут отражаться. Это хорошо знает тот, кто хотя бы раз в жизни кричал в пустую бочку или колодец или аукал на опушке леса. Отраженный звук принято называть эхом. Если эхо возникает в узком ущелье с параллельными стенками, эхо может повторить звук несколько раз.

ЧТО ТАКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО?

Если причесать чистые и сухие волосы расческой, а потом поднести ее к клочкам бумаги, они притянутся к ней. Это было известно людям очень давно. Еще древние греки заметили, что если окаменевшую в море смолу с берегов Балтийского моря — янтарь — потереть о шерсть или мех, то к нему долго пристают волоски, листья и соломинки. Эта смола называлась у греков электроном. Заряженным назвали электрон, который мог притягивать другие тела. От слова «электрон» и происходит слово «электричество».

Сейчас словом **электрон** называют мельчайшую частицу, имеющую электрический заряд. Когда в каком-нибудь теле электронов

много, говорят, что оно заряжено. Электроны могут перемещаться. Они двигаются от места, где их много, в точку, где их мало. На батарейках обозначают «−» и «+» — электроны двигаются от минуса к плюсу.

Если, пройдя по ковру, дотронуться до металла, можно почувствовать легкий щелчок. В грозу сверкает молния. Эти явления объясняются движением электронов, которое называется электрическим током.

ЧТО НАХОДИТСЯ ВНУТРИ АТОМОВ?

Итак, мы знаем, что в природе можно найти 88 различных химических элементов, и еще несколько удается получить искусственно. Элемент — это множество одинаковых атомов. Многие годы считалось, что атомы неделимы и проникнуть внутрь атома или как-либо разломать его невозможно.

Вещества состоят из молекул, которые могут быть составлены из разных или одинаковых атомов. То, что одно тело можно зарядить, если в нем будет избыток или недостаток электронов, не очень хорошо сочетается с нашими рассуждениями об атомах и молекулах. Значит ли это, что на самом деле атом все же можно разбить на еще более мелкие части?

Не все предметы можно зарядить, натирая их руками или шелком. Это вполне удается со

стеклом и резиной, но плохо получается с металлическими шариками. Есть вещества, по которым электрический ток движется свободно. Их называют проводниками и используют для передачи электричества. Это разнообразные металлы — железо, медь, алюминий. Лучше других проводят ток серебро и платина. Другие вещества, наоборот, проводят ток очень плохо и поэтому называются изоляторами. Их используют для того, чтобы защититься от возможного прохождения тока. Например, изоляторы на электрических столбах делают из фарфора или стекла.

Считается, что атомы все же имеют внутреннее строение. Самый простой атом имеет ядро с положительным зарядом, а вокруг него с огромной скоростью двигается отрицательно заряженный электрон. Если по веществу на-

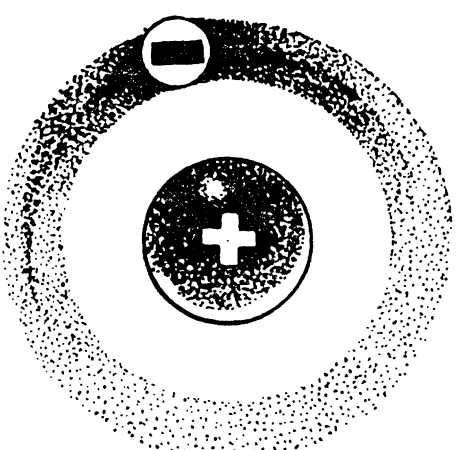


Схема строения простейшего атома

чинает идти ток, электроны снимаются с места и несутся в сторону положительного заряда, потому что разряженные частицы с разным знаком заряда (+ и −) притягиваются.

КАК СОХРАНИТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО?

Долгое время не было способа получить электрический заряд большой силы искусственно.

В 1650 году Отто фон Герике, известный также как изобретатель насоса, придумал машину, которая могла давать искры длиной несколько сантиметров. Он облил стеклянный шар изнутри расплавленной серой и, когда она затвердела, разбил стекло. После этого он укрепил серный шар на подставке так, чтобы его можно было вращать рукояткой. Теперь, вращая шар и прикладывая к нему кусок кожи, можно было добиться появления искры.

Это изобретение было важным шагом вперед, но не решало проблему запасания электричества. Переворот произошел с изобретением знаменитой Лейденской банки. Эта банка и бутылки для хранения электричества были использованы для разных целей. Для изоляции запасенного электричества использовали сосуды из стекла. Если сквозь пробку сосуда удавалось просунуть гвоздь и вращать его, через некоторое время можно было достичь определенных

Опыты Отто фон Герике

результатов. После вращения гвоздя достаточно было держать в одной руке бутылку, а другой коснуться гвоздя, как человек испытывал удар тока.

Некоторые использовали емкости побольше и приходили в себя только через несколько дней. Удар тока доставлял людям новые ощущения. Весть о новых чудесах очень быстро разнеслась по Европе. Банку стали использовать и для того, чтобы неожиданно «ударить» знакомого.

Прошло еще некоторое время, и люди поняли, что можно запасти гораздо больший заряд, если банку выложить изнутри и снаружи материалом, который хорошо проводит ток, например, металлической фольгой. Еще поз-

же было обнаружено, что если гвоздь и внутренняя стенка соединены хорошим проводником, то банка будет заряжаться. Прикосновение вызывало разрядку банки. Соединение нескольких банок давало еще лучшие результаты. Франклин использовал батарею из двух банок для того, чтобы убивать индюшек и другую птицу.

ЧТО ТАКОЕ МОЛНИЯ?

Древние римляне считали, что молнии — это стрелы бога Юпитера. Несмотря на то что сегодня этому дают другое объяснение, удивление и страх — обычные спутники людей во время грозы с сильными молниями. Это действительно величественное зрелище, поэтому, вероятно, вокруг молний возникло столько легенд.

Ученые некоторое время считали, что молния — это обыкновенная искра, проскакивающая между облаками и Землей. Однако чтобы проверить это, нужно было посадить молнию в Лейденскую банку. Для ловли молний исследователи пользовались металлическими шестами высотой несколько метров. Те, кто наблюдал за процессом, видели искры по 4 сантиметра. Это, конечно, был безрассудный и опасный эксперимент, который вряд ли кто-нибудь отважится повторить. Первые ловцы молний остались невредимы, но некоторые из их последователей были убиты молниями.

Однако Франклина не убедили результаты этих опытов, потому что шесты для ловли молний не доставали до облаков. Он решил достать до облака при помощи воздушного змея. Подождав грозовое облако, он запустил в него змея. Нить, намокшая от дождя, зарядилась, и разлохматившиеся волокна немедленно стали дыбом, когда нить зарядилась небесным электричеством. К шнуру змея был привязан металлический ключ. Как только Франклин поднес к нему палец, посыпались искры и раздались характерные щелчки, уже знакомые Франклину по Лейденским банкам. Так была доказана электрическая природа молнии. Этот опыт вполне мог закончиться смертью ученого. Ни в коем случае нельзя пытаться повторить это.

Облако с нижней стороны несет отрицательный заряд, а поверхность земли заряжена положительно. Когда разница в заряде становится достаточной большой, между облаками и землей проходит разряд, который мы называем молнией. Напряжение молнии измеряется миллионами вольт.

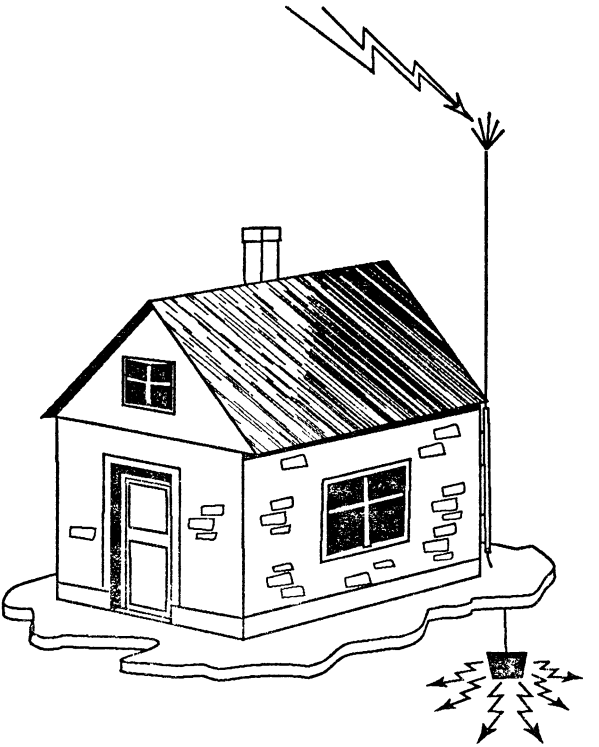
Молнии бьют по самому короткому пути, то есть чаще всего в высокие здания или вершины гор. Целью молнии может стать башня, колокольня, отдельно стоящее дерево, небоскреб или одинокий холм.

Франклин, позволявший себе опасные шутки с молниями, стал изобретателем громоотвода, который теперь устанавливают на

Опыт Франклина

каждый дом и обязательно — на высокие башни и трубы. На самом деле это приспособление следовало бы называть молниеотводом, так как оно действительно отводит молнии, а не их звук — гром.

Первый громоотвод был металлическим стержнем, на верхнем конце которого была размещена метелка из тонких металлических прутьев. Этот стержень размещали довольно высоко над зданием, которое он должен был защитить. Стержень проходил вдоль стены

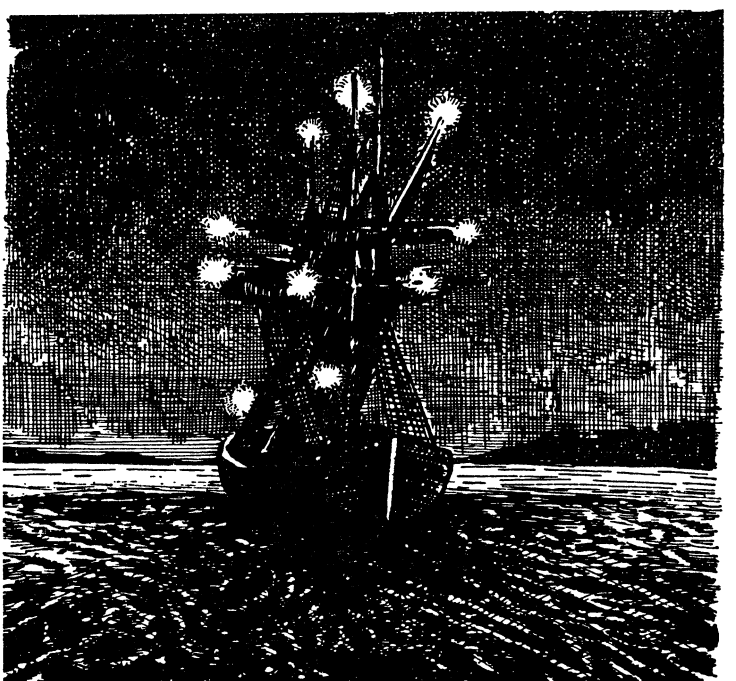


Если в металлический стержень попадала молния, она проходила по молниеотводу в землю, не причиняя вреда дому

здания и соединялся с зарытой в землю медной пластиной. Это обеспечивало заземление, и если в стержень попадала молния, она проходила по молниеотводу в землю, не причиняя вреда дому. Стержень служил также путем, по которому заряд здания медленно стекал в воздух. Такую утечку зарядов с заостренных предметов можно наблюдать ночью. Сотни лет мореплаватели видели, как во время гроз на

верхушке мачты загорались странные огни, которые называли «огнями святого Эльма». Это свечение было вызвано стеканием заряда с вершины мачты.

С тех давних времен люди пытались создать управляемые молнии. В одном из опытов молния смертельной для человека силы ударила в крышу автомобиля, в котором сидел человек. Молния прошла по металлической обшивке, а человек остался невредим. Как это происходит? Когда какой-то предмет, например металлический шар или автомобиль, при-



Огни св. Эльма

обретают электрический заряд, электроны стремятся разбежаться по поверхности. Так же произошло в этом опыте. По корпусу машины электроны быстро ушли в землю. Поэтому если вы находитесь в здании с громоотводом и металлическим каркасом, можете считать себя надежно защищенными от молний.

Во время грозы не стоит укрываться под стогом сена, около забора, флагштока или под отдельно стоящим деревом. Спастись от дождя вряд ли удастся, зато есть шансы стать жертвой молнии. Лучше удалиться от металлических предметов и прекратить с работу с инструментами. Это правило заставляет альпинистов, которых гроза застигает около вершины горы, снять с себя карабины и оставить их поодаль, вместе с ледорубами, кошками и другими металлическими предметами, и попытаться переждать непогоду возможно дальше от вершины. Хорошо укрыться от грозы в лесу, пещере или у подножия высоких гор или скал.

КАК РАБОТАЮТ МАГНИТЫ?

Как и электричество, магнитные явления были известны людям еще в глубокой древности. Существует множество легенд, в которых идет речь о магнитах. Греческие манускрипты содержат историю о странствующих мастерах, работавших с железом. Они называли себя **«кабирами»**. Среди прочих умений, кабиры

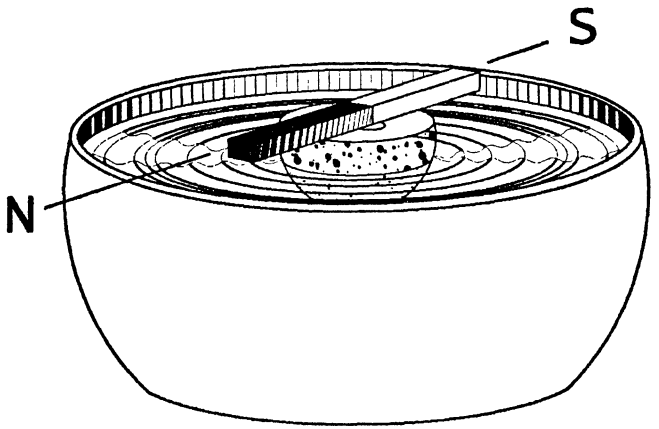
владели искусством подвешивать металлические кольца в воздухе, без всяких нитей. Их удерживал от падения «железный камень», который был не чем иным, как природным магнитом.

Каждый знает, что магнит притягивает иголки, булавки, железные опилки и другие стальные или железные предметы. При этом магнит никак не влияет на бумажки, соломинки, волоски, которые притягиваются наэлектризованными телами. Магнитное притяжение действует на металлы — кобальт и никель, а также на сплавы олова, марганца и кремния.

Если положить магнит в ящик с железными опилками, то можно будет заметить, что опилки соберутся около двух концов магнита, которые называются полюсами, а средняя часть останется свободной от них.

Если удлиненный магнит поместить так, чтобы он мог свободно поворачиваться в горизонтальной плоскости, например, положить его на кусок пенопласта, плавающий в тазу, то магнит повернется так, что его концы будут указывать на север и юг. Конец магнита, указывающий на север, был назван северным полюсом магнита, а противоположный — южным. Как и в компасе, северный полюс магнита обозначают буквой С или N, а южный — Ю или S.

Если взять два магнита и приблизить их друг к другу так, чтобы северный полюс одного был направлен на северный полюс другого,



Если магнит положить на кусок пенопласта, плавающий в тазу, то магнит повернется так, что его концы будут указывать на север и юг

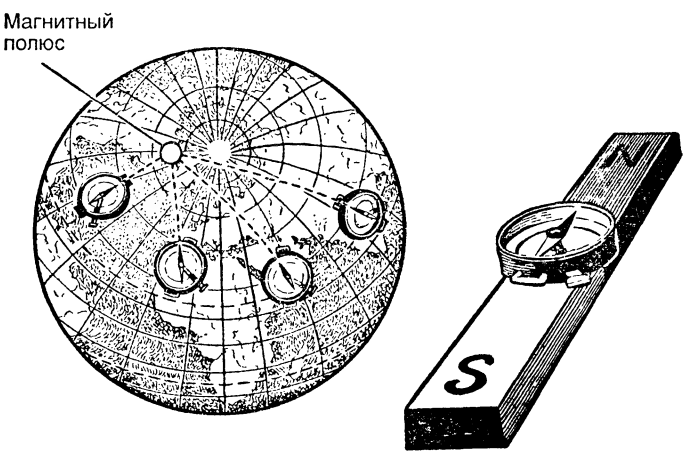
магниты будут отталкиваться. Противоположный, южный полюс, наоборот, будет притянут к северному.

Итак, свободно поворачивающийся магнит указывает на север и на юг. Значит, где-то есть точки, которые служат источником притяжения для магнита, мы называем их Северным и Южным полюсами. Долгое время считалось, что северный полюс магнита притягивается Полярной звездой. Но Полярная звезда движется относительно земной поверхности, а положение стрелки компаса не меняется.

То, что компас не указывает на Полярную звезду, было известно еще Колумбу. Отплыв из Испании, он заметил, что положение стрелки компаса изменилось. На корабле начинался мятеж, и перепуганные матросы, уверен-

ные в том, что компас должен показывать направление на Полярную звезду, но не делает этого, решили повернуть обратно. Колумбу удалось усмирить экипаж лишь потому, что он обвинил в неправильном поведении звезду. Путешествие продолжилось, и в результате была открыта Америка.

Что же притягивает намагниченную стрелку компаса? Впервые ученые предположили, что магнитом является сама Земля, в конце XVI века. Английский ученый Джилберт построил из магнитного железа большой глобус, который он назвал «маленькой Землей», так что магнитные полюса шара стали на место северного и южного полюсов. Когда он поднес к шару компас, стрелка указала направление на **магнитные полюса** этого шара, как это и происходит на нашей планете.



Магнитное поле Земли

После открытия Америки путешественники XIX века установили, что стрелка компаса встает вертикально на севере Гудзонова залива. Южный магнитный полюс находится в Антарктиде. Таким образом, если пытаться достичь Северного полюса, ориентируясь только на компас, то придешь не на полюс, а в Гудзонов залив. Точки, вокруг которых вращается Земля, — Северный и Южный полюса — не совпадают с точками, в которых стрелка компаса встает вертикально, то есть с магнитными полюсами. Поэтому на картах указывается поправка, которую нужно сделать к показаниям компаса в данной местности, чтобы двигаться к северу, а не к магнитному полюсу.

МАГНИТЫ И МЕТАЛЛЫ

Если к магниту поднести металлический предмет, часть магнитных свойств перейдет в этот металл. В этом можно убедиться, перевернув намагниченный кусок металла. Одноименно заряженные полюса отталкиваются. Но в отличие от постоянных магнитов временные магниты быстро теряют свои свойства. Разные металлы теряют временный магнетизм с разной скоростью. Чтобы ускорить эту потерю, можно постучать по намагниченному предмету молотком или нагреть его.

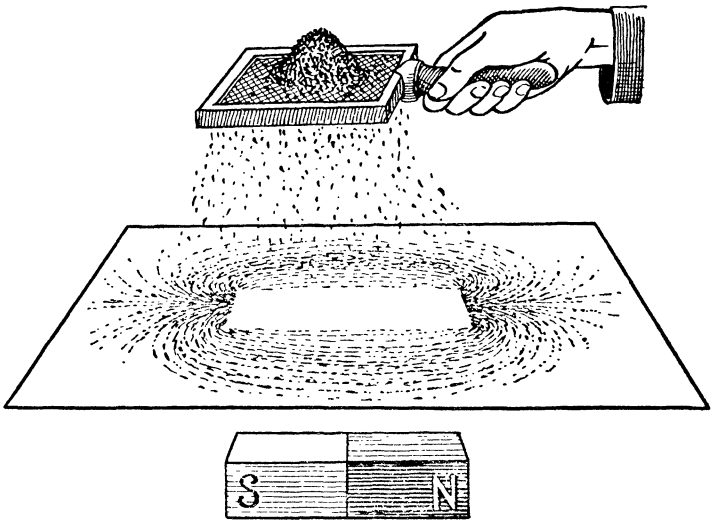
Если иголку надолго оставить вблизи магнита, она останется намагниченной довольно

долго. Если долго тереть стальной предмет одним из полюсов магнита в одном и том же направления, то сталь тоже намагнитится. Если же при этом сталь испытывает удары, то ее намагниченность увеличивается.

Может быть, удастся разделить заряд магнита, разрезав его пополам? Из этого ничего не получается. Две половинки становятся двумя магнитами, каждый из которых имеет северный и южный полюса. Так можно продолжать довольно долго. Каждая из новых, все более мелких частей станет магнитом. Это доказывает, что магнитные полюса существуют только парами, и один от другого отделить никогда не удастся.

Если продолжать делить магниты, вероятно, в конце концов, можно добраться до самой маленькой частицы, обладающей магнитными свойствами. Очевидно, это молекула. Обычно молекулы вещества располагаются хаотично. В намагниченном предмете молекулы выстраиваются одинаково, в результате их свойства складываются и служат причиной намагничивания всего предмета. Магнит действует на некотором расстоянии. Область, в которой магнитное влияние заметно, называется **магнитным полем**.

Если поместить магнит под бумажный лист и насыпать на бумагу железные опилки, то они все равно соберутся над магнитными полюсами. Используя вместо бумаги другой материал, легко заметить, что опилки станут



Опыт с опилками

выстраиваться быстрее или медленнее. Это означает, что разные вещества обладают разной магнитной проницаемостью, то есть способностью пропускать через себя магнитное поле.

КАК ПОЛУЧИТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО?

Долгое время люди могли получать электричество только при помощи трения. Другие способы были открыты в XVIII веке итальянским ученым Луиджи Гальвани, несмотря на то что он был не физиком, а биологом.

Новые свойства электричества ему удалось обнаружить благодаря опытам с мышцами. Он

обнаружил, что прикосновение металла к нерву вызывает сокращение мышцы, если мышца укреплена на предмете, изготовленном из другого металла. Впервые эти свойства были обнаружены для железа и латуни, но впоследствии выяснилось, что наилучший эффект дает комбинация меди и цинка. Другие вещества, не металлы, не давали такого эффекта — ни смола, ни резина, ни камень, ни дерево.

Вслед за опытами Гальвани к исследованиям «животного электричества» приступил Алессандро Вольта. Он обнаружил, что в некоторых жидкостях эффект сокращения пропадает, например, он исчезает в чистой воде. Если же в воду добавляли кислоту или щелочь, то сокращение мышц при касании металлического контакта было хорошо заметно. Самым эффективным оказался раствор серной кислоты, в который погрузили медную и цинковую пластины. При этом на меди образовался положительный, а на цинке — отрицательный заряд.

Не все жидкости с одинаковой эффективностью участвуют в проведении тока от пластины к пластине. Например, спирт, глицерин, раствор сахара плохо проводят ток, а растворы кислот, щелочей и солей — хорошо. Таким образом, проводниками могут быть и растворы некоторых веществ. Они называются электролитами.

Эти открытия были использованы при разработке буквально всех типов батареек и аккумуляторов, которыми мы пользуемся.

КАК ТОК ИДЕТ ПО ПРОВОДАМ?

На улицах, в лесах, вдоль дорог и рек тянется множество проводов. Большая часть нужна для того, чтобы доставить электричество из одной точки в другую. Ток по мере движения по проводнику преодолевает препятствия. Этот эффект называется **сопротивлением.** Сила сопротивления различна для разных материалов.

Вообще то, насколько хорошо или плохо идет ток, складывается из четырех причин — материала, длины провода, площади его поперечного сечения и температуры.

Обилие всевозможной домашней техники, такой, как утюг, электрический чайник, холодильник, пылесос, воздействует на проводку сильнее, чем допускают возможности старых проводов. Перегрузка может вызвать перегрев проводов и пожар.

Для защиты проводов используют предохранители, которые либо отключаются, если в сеть включают слишком много приборов, либо в предохранителе плавится проволока, и ток прерывается.

ЧТО ТАКОЕ СВЕТ?

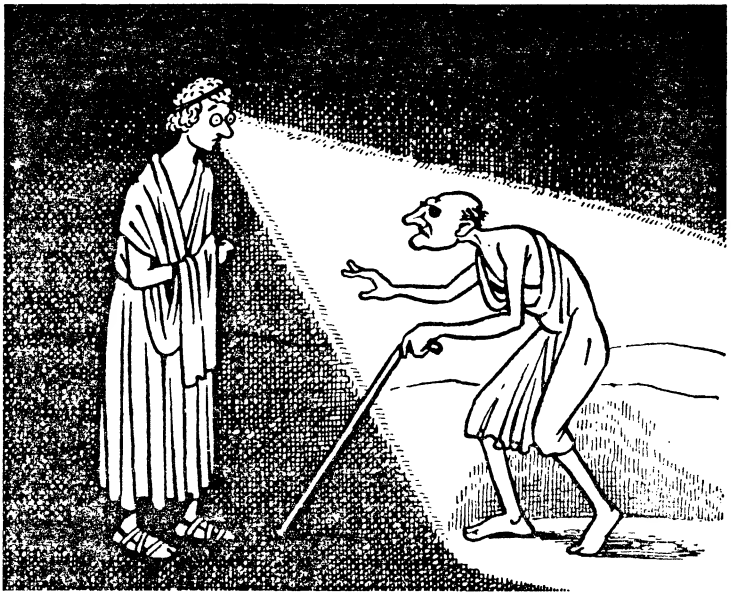
Ответ на этот вопрос находится у нас постоянно перед глазами, но трудно объяснить словами то, что кажется таким простым на вид. Над решением этой загадки бились Ньютон и

Эйнштейн, причем Эйнштейн начал изучать свет в возрасте 16 лет. Их исследования помогают понять, что такое мираж, как избавиться от слепящего блеска, и почему два человека не могут видеть одну и ту же радугу. Исследования света позволяют создавать фары для поездок в тумане, маяки и множество других вещей.

Для физиков свет — одно из самых загадочных явлений. Свет привлекает человека с древних времен. Ни одно другое природное явление не было так долго окружено тайной, как свет. Хотя мы не очень хорошо понимаем, что такое свет, именно благодаря свету, который мы видим глазами, мы узнаем об окружающем нас мире больше, чем при помощи остальных органов чувств вместе взятых.

Есть ли у света вес? Занимает ли свет пространство? Ударяет ли по телу падающий на него луч света? Горячий он или холодный? С какой скоростью он распространяется? Почему свет не может пройти через тонкий картон, но проходит через толстое стекло?

Древние греки, пытаясь найти ответ на вопрос, что такое свет, выдвигали самые невероятные предположения. Согласно одной из идей, свет испускают наши глаза, и он течет из них, как вода из шланга. Поэтому, думали древние греки, мы видим вещи, когда направляем на них луч света из наших глаз. Считалось, что видим мы так же, как ощупываем предметы. Слепые не могут испускать из глаз свет, поэтому они не видят.



Древние греки полагали, что мы видим вещи, когда направляем на них луч света из глаз; слепые не могут испускать свет из глаз, поэтому они не видят

Такая точка зрения на свет господствовала в течение нескольких столетий, до тех пор пока новая теория света не была создана Исааком Ньютоном.

НЬЮТОН И СВЕТ

Что же такое свет? Вещество? Или, может быть, энергия? Ньютон рассмотрел оба варианта. Ему было известно, что звуковые волны, как и волны на воде, могут завернуть за угол,

а свет — нет, поэтому Ньютон решил, что свет — это вещество. Видимо, думал Ньютон, свет состоит из маленьких частичек, которые по прямым линиям — лучам — распространяются от источника света. Если такой луч попадает нам в глаз, мы видим источник света. Но тогда свет должен иметь вес?

Практически в то же время в Голландии над изучением света трудился Христиан Гюйгенс. Он предполагал, что волны света распространяются от источника света примерно так же, как расходятся волны по воде при падении камня. Гюйгенса не убеждало то, что свет не может огибать препятствия, как волны на поверхности воды.

Ньютон считал, что если свет — это волна, она должна по чему-то идти, как звук распространяется по воздуху, а волны по поверхности моря. Свет, как известно, распространяется и в пустоте, и поэтому, например, мы видим солнечный свет, дошедший до нас через космическое пространство.

Лучи света, падающие на зеркало под углом, отражаются от зеркала под тем же углом. Если поверхность неровная, то и отражение получается неправильным.

Когда свет переходит из одного вещества в другое, например из воздуха в воду, путь света изменяется, и мы видим искаженную картину. Это явление называется **преломлением света.** На этом основан старинный фокус: если смотреть в чашку сбоку и чуть сверху, дно

Преломление света вызывает обман зрения

чашки и лежащая на нем монетка не видны. Если же налить туда воду и взглянуть с той же точки зрения, то монетка станет видна.

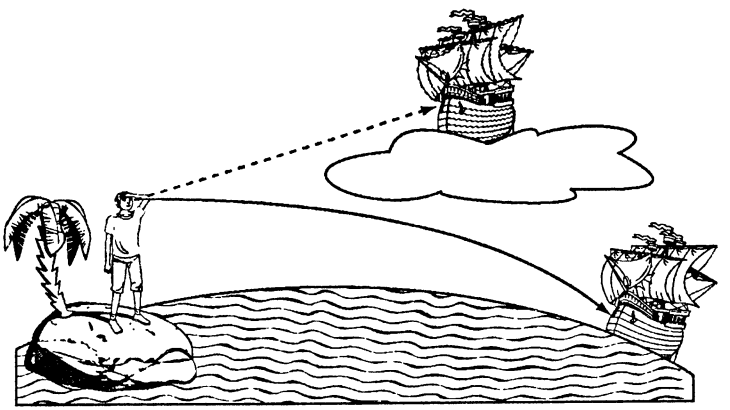
Благодаря преломлению дно бассейна или бака с водой кажется ближе, чем на самом деле — это знает каждый. Для того чтобы попасть палкой в рыбу, глядя на нее из воздуха, нужно целиться ниже кажущегося положения рыбы, потому что изображение искажено границей между воздухом и водой. Если в стакан с водой положить ложку и посмотреть сбоку, то будет видно, что ложка как будто бы сломана границей воды и воздуха и подводная часть кажется сдвинутой назад.

Нам кажется, что предмет под водой находится на прямой линии, продолжающей наш взгляд, но преломление вызывает обман. Разные прозрачные тела и жидкости вызывают преломление различной силы, если на них падает свет из воздуха. Алмаз очень сильно преломляет свет, и большая часть попавших на него лучей отражается, поэтому алмазы так сверкают.

Чередующиеся слои теплого и холодного воздуха также вызывают преломление, благодаря которому человек видит предметы, которых на самом деле нет либо они находятся очень далеко. Иногда на горизонте появляются висящие вниз вершиной деревья, а в небе плывут пароходы, не касаясь воды. На самом деле это всего лишь игра света. По мере того как мы приближаемся к миражам, они исчезают.

Простой мираж хорошо видно на шоссе в жаркий день. Свет над горизонтом, попадая в горячий воздух над раскаленным асфальтом, кажется нам лужей воды, растекшейся по шоссе.

Миражи мы видим дрожащими, искаженными, потому что слои воздуха, вызывающие их появление подвижны. Именно поэтому изображение лужи кажется совсем натуральным. Кроме того, благодаря этим оптическим



Мираж

эффектам, мы видим солнце на несколько минут раньше утром и на несколько минут дольше вечером, чем оно реально взошло или село.

ХОРОШЕЕ ЗРЕНИЕ

Если, стоя на шумном перекрестке, представить себе, что все люди с проблемами **зрения** вдруг стали людьми с больными ногами, то больше половины пешеходов немедленно начали бы хромать. В университете такое превращение постигло бы четырех из десяти студентов, а на швейной фабрике лишь восемь из десяти рабочих.

Мы добились многих успехов, жизнь стала комфортнее, но мы многократно увеличили нагрузку на зрение. Около 95% младенцев рождается без дефектов зрения, но лишь немногие пожилые люди могут обходиться без очков.

Вероятнее всего, это произошло потому, что человек пользуется глазами в совершенно иных условиях, чем те, когда глаз первоначально развивался и приспосабливался. Первобытному человеку глаза были нужны почти исключительно на свежем воздухе и для того, чтобы смотреть вдаль при ярком солнечном свете. Это было нужно и на охоте, и на рыбной ловле, и в бою. С заходом солнца человек переставал полагаться на свои глаза.

Конечно, первобытный человек не рассматривал часами мелкие предметы, не шел после

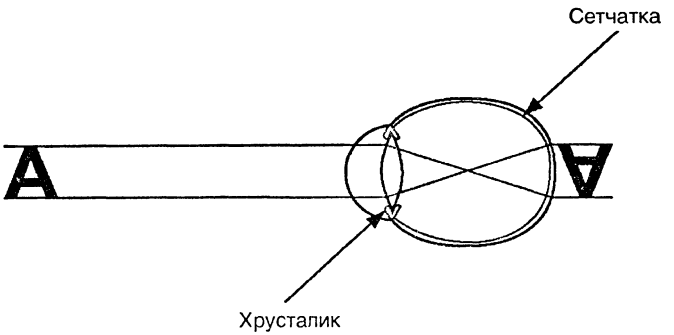


Схема строения глаза человека

этого в огромный кинотеатр, не смотрел телевизор и не читал книг глубокой ночью. Вероятно, многие проблемы глаз возникают из-за того, какая на них приходится нагрузка.

Глаз имеет хрусталик — особую линзу, которая позволяет четко видеть предметы, расположенные на разном расстоянии. Изображение воспринимает светочувствительная сетчатка, расположенная в глубине глаза. Для того, чтобы резко видеть предметы на разных расстояниях, хрусталик должен изменить свою форму. Это достигается при помощи мышц, которые и отвечают за эти изменения.

С возрастом способность хрусталика менять форму ухудшается. Например, самое близкое расстояние, на котором предметы выглядят четко для человека без очков в возрасте 60 лет, равно приблизительно двум метрам. Книгу на таком расстоянии читать уже невозможно, просто потому, что буквы слишком мелкие. Именно поэтому пожилые люди используют очки.

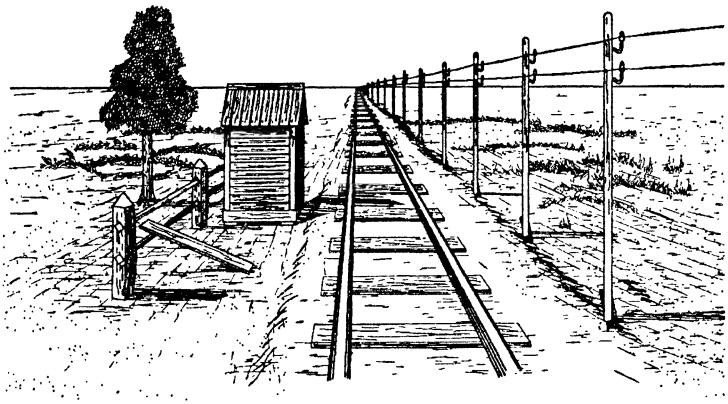
Близорукость также связана с неправильной работой хрусталика, но часто встречается и у молодых людей. Из-за неправильной кривизны хрусталика резкое изображение не достигает сетчатки, и человек видит все расплывчатым и туманным.

РАССТОЯНИЕ И ОБЗОР

Для того чтобы успешно заниматься спортом, часто нужно уметь точно оценивать расстояние и глубину. Это особенно полезно в таких играх, как футбол или баскетбол, когда нужно оценить расстояние до участника своей команды и передать ему мяч. Глядя вперед, игрок должен смотреть и вбок, чтобы уклониться от подбегающих соперников. Хорошая способность оценивать расстояние может оказаться решающей для команды, в которой игроки могут точно попадать мячом в кольцо или совершать подобные действия в других видах спорта.

Способность видеть вперед и вбок одновременно очень важна на дороге, когда приходится следить за впереди идущими машинами, а также за тем, что происходит справа и слева от тебя. Не менее важно это для летчиков.

Если посмотреть на ряд телеграфных столбов, уходящих вдаль, можно заметить, что чем дальше от нас расположен столб, тем меньше его кажущиеся размеры. Это хорошо



Чем дальше расположен предмет, тем меньше его кажущиеся размеры

знают художники. Несмотря на то что деревья, растущие вдоль дороги, имеют примерно одинаковую высоту, мы можем добиться на нашем рисунке впечатления глубины, если будем изображать далекие предметы более мелкими, чем те, что расположены близко.

ЧТО ТАКОЕ ЦВЕТ?

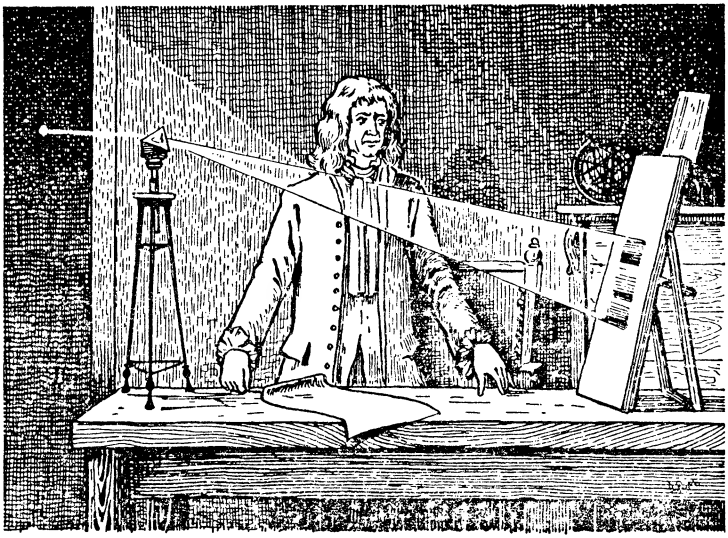
Несколько столетий поэты, художники и философы размышляли о природе цвета и, казалось, знали о цвете все, что можно. Так продолжалось до тех пор, пока в 1666 году Ньютон не поставил эксперимент, который настроил против него многих людей.

В темной комнате Ньютон оставил лишь маленькое отверстие в шторах, через которое в комнату проникал тонкий луч. В это время Ньютон экспериментировал со шлифовкой стекол, и в его распоряжении оказалась стеклянная призма — треугольный в сечении кусок стекла. Когда Ньютон поместил свою призму в солнечный луч, он обнаружил, что на стене засияли удивительные по яркости цвета. Долгое время знаменитый ученый просто наслаждался полученным эффектом. Белый свет, входивший в призму, выходил из нее разноцветным, в последовательности известной всем почти без исключения.

Итак, отныне «каждый охотник желает знать, где сидит фазан». Первые буквы слов этой фразы обозначают цвета радуги, точнее цвета спектра — красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.

Стало ясно, что белый свет состоит из нескольких цветов, и ученые снова принялись экспериментировать со светом. Выяснилось, что если из нескольких цветов радуги, образующих белый свет, загородить один, то общий итог изменится. Если из солнечного света удалить красный, то получится голубовато-зеленый свет, если изъять голубой, то свет будет желтым.

Вскоре было обнаружено, что все мыслимые цвета, включая белый и серый, можно получить разными сочетаниями всего трех цветов — красного, зеленого и синего. Сочетание



Опыт по разложению солнечного луча с помощью стеклянной призмы

этих цветов дает белый свет; красный и голубой дают пурпурный, синий и зеленый — желтый и так далее.

Предметы кажутся нам разного цвета потому, что часть лучей солнечного света задерживается, поглощается ими, а часть отражается. Отраженные лучи и формируют тот цвет, который мы видим.

Так обстоит дело со светом, но если необходимо составить краски разных цветов, достаточно воспользоваться красной, синей и желтой. Их сочетания дадут бесконечно богатую палитру.

Некоторые предметы поглощают очень мало света. Поэтому стекло и лед кажутся нам

прозрачными: почти весь свет свободно проходит сквозь них. Пена и снег кажутся белыми, несмотря на то, что они образованы прозрачной водой. Белый цвет в этом случае возникает потому, что свет рассеивается многочисленными поверхностями и не может проникнуть сквозь толщу снега или пены, как сквозь воду.

Свойства цветов могут быть использованы, например, в театре и при создании спецэффектов. Можно, например, человека в красном сделать практически неразличимым на черном фоне, если освещать его зеленым светом.

Если раскрасить лица красной краской, то в свете красного прожектора они будут казаться нормальными, а зеленый свет заставит нас думать, что лица черные. В красном свете желтая одежда становится малиновой.

Цвет может сделать одну и ту же вещь строгой, простой, смешной или глупой. Кроме того, цвета создают разное настроение. Лучше других это знают дизайнеры, модельеры, люди которые работают с рекламой.

Иногда правильное сочетание цветов позволяет добиться удивительного эффекта, несмотря на использование очень простых материалов.

Тона и оттенки одного и того же цвета гармонируют друг с другом, как в одежде, так и в отделке дома. Если добавить к ним немного белого, черного или оба эти цвета, то общий эффект станет ярче.

ЧТО ТАКОЕ РАДУГА?

Солнечный спектр хорошо виден, когда над землей стоит радуга. Утром радуга видна в облаках на западе, а по вечерам на востоке. Радугу бывает видно в брызгах фонтана или в воде, рассеивающейся при поливе из шланга. Радуга не видна, если солнце стоит достаточно высоко. Ее также трудно увидеть с самолета, если только он не летит на бреющем полете.

Радуга возникает из-за того, что солнечные лучи рассеиваются или отклоняются капельками в облаках. Красный цвет в радуге находится сверху, а фиолетовый снизу. В некоторых случаях возникает еще одна радуга, цвета в ней расположены в противоположном порядке. Радуга возникает не в одной капле воды в облаке или капле дождя, а в огромном количестве этих капель. Между полосами радуги нет четких границ, и один цвет плавно переходит в другой.

Раскаленные тела — твердые, жидкие или газообразные — начинают светиться. По окраске этого пламени можно определить, какие химические элементы входят в состав раскаленного тела. Изучая свет звезд можно определить, из каких газов они состоят. Гелий был впервые обнаружен как элемент, входящий в Солнце, и лишь потом его удалось получить на Земле и обнаружить в некоторых минералах. В очень малых количествах этот газ присутствует в земной атмосфере и в пещерах.

То, что при помощи изучения света Солнца можно изучить его химический состав, заставило людей задуматься, нет ли на Солнце золота. Эта красивая идея вскоре потеряла популярность, потому что даже если бы на Солнце и было золото, добыть его оттуда невозможно. Тем не менее исследования Солнца послужили развитию атомной физики и в конечном итоге приносят колоссальные деньги.

КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО

ЧТО ТАКОЕ АСТРОНОМИЯ?

Астрономия — одна из самых древних наук. Жизнь людей прошлого, как и сегодня, зависит от Солнца, а Луна и звезды были доступны для наблюдения во все времена на любом континенте. Небесные тела были впервые изображены древним человеком на стенах пещер около десяти тысяч лет назад.

Древний Египет, архипелаги Полинезии, Вавилон, Центральная и Южная Америка — всюду в далеком прошлом находились люди, посвящавшие себя изучению ночного неба. Археологические раскопки позволили отыскать предметы, на которых указано расположение звезд, Солнце и Луна. На этих картах также отмечены хвостатые кометы и «падающие звезды» — метеоры.

Несмотря на то что свод звездного неба поворачивается, кажется, что звезды не меняют своего положения относительно друг друга. Но многие наблюдатели замечали, что среди звезд перемещаются точки света, которые были названы скитальцами, или другими словами, планетами.

Даты праздников в Древнем Египте назначались на основании наблюдений за движением Солнца, Луны и звезд. Индейцы Северной Америки использовали звездное небо для проверки остроты зрения воина.

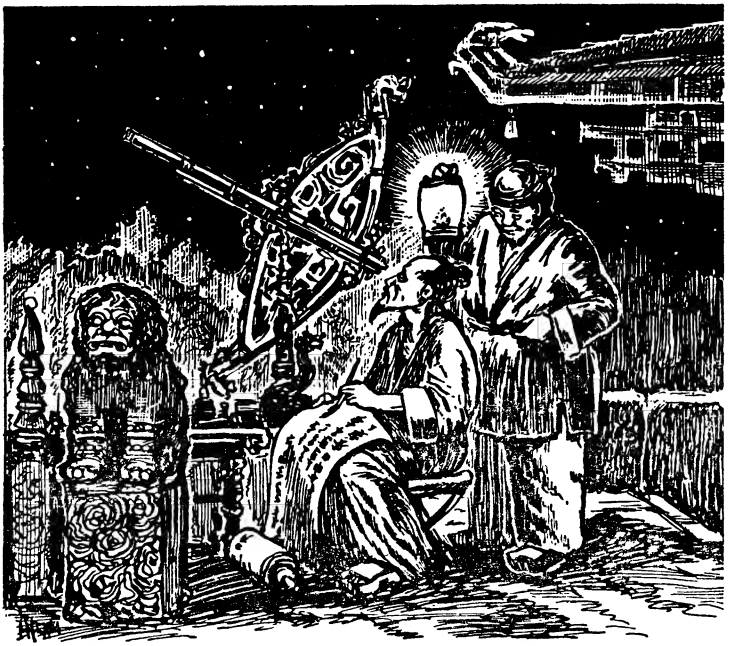
С давних времен звездное небо помогает ориентироваться путешественникам. Астрология

утверждает, что движение небесных объектов влияет на дела людей.

Астрономы прошлого умели многое, но придворная служба была нелегка. Астроном обязан быть предсказателем. Известны случаи, когда солнечное затмение стоило жизни астрономам, не предупредившим о нем своего государя. Это произошло в Древнем Китае. Возможно, такое суровое обращение с учеными послужило причиной того, что древние звездные карты Китая — одни из самых точных астрономических документов прошлого. История китайской астрономии насчитывает более четырех тысяч лет

Астрономия в Древней Греции пользовалась большим почетом. В этом государстве было совершено множество важных открытий, например расположение планет. Ученые древности предпринимали попытки измерить расстояние от Земли до Луны. **Птолемей** утверждал, что Земля является центром Вселенной, а другие планеты и Солнце вращаются вокруг нее. Над ними поворачивается звездная сфера, на которой неподвижно находятся звезды. Птолемей составил список из 48 созвездий. Долгое время такое представление об устройстве мира было общепринятым.

Многие астрономические названия, которые мы используем сегодня, появились в глубокой древности. Около ста звезд получили свои имена в далеком прошлом. Загадочное африканское племя знало о существовании ко-



Китайские астрономы изучают небо

лец Сатурна за тысячи лет до того, как они стали известны ученым Запада.

Когда **Коперник** высказал предположение о том, что Солнце, а не Земля находится в центре Вселенной, его мысли сочли противоречащими Библии. Идея Птолемея считалась непогрешимой истиной полторы тысячи лет, и пересмотреть эти воззрения оказалось не просто. Коперник оказался прав, считая, что планеты вращаются вокруг Солнца, но ошибался в том, что Солнце — центр Вселенной. Кроме занятий астрономией Коперник был монахом, судебным служащим, физиком и сборщиком налогов.

КАК УСТРОЕНА СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА?

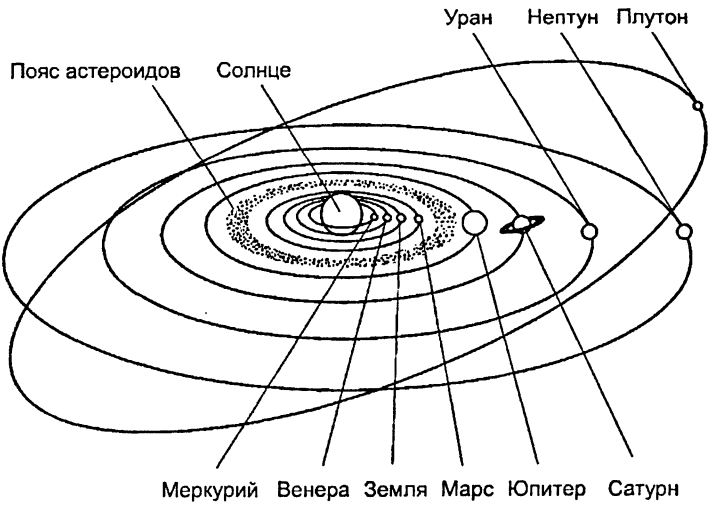
Солнечная система — это девять планет, несколько десятков спутников и огромное количество комет и астероидов. Астероид — это каменное тело, несущееся в Солнечной системе. Размеры астероидов не превышают несколько сотен километров, они гораздо меньше, чем планеты и спутники.

В центре Солнечной системы находится Солнце, вокруг которого вращаются планеты и другие небесные тела. Все объекты Солнечной системы не разлетаются по космосу, потому что огромная масса Солнца притягивает их и заставляет совершать бесконечные обороты вокруг себя. Пути планет и других космических объектов вокруг звезды, в том числе и вокруг Солнца, называются траекториями.

Ученые установили, что Солнце появилось около 5 миллиардов лет тому назад. Местом рождения Солнца стало огромное газовое облако — **солнечная туманность.**

В космосе много газа и пыли. В некоторых частях газ и пыль образуют облака. Если такое облако будет сжиматься, то температура в нем вырастет и, наконец, могут начаться ядерные реакции, благодаря которым Солнце светит и греет.

На образование Солнца пошла не вся пыль. Часть ее под действием центробежной силы сместилась от центра и, распавшись на не-



Солнечная система

сколько частей, стала планетами и астероидами. Больше всего астероидов находится между Марсом и Юпитером. Эта область называется **поясом астероидов.**

Ученые Древнего мира знали о существовании шести ближайших к Солнцу планет. Три планеты, расположенные дальше всего от Солнца, удалось обнаружить только при помощи телескопа.

Среди планет Солнечной системы лишь Юпитер и Сатурн имеют бóльшую массу, чем Земля, и поэтому на этих планетах сила тяжести больше. Если бы нам удалось попасть на Сатурн и Юпитер, нам пришлось бы очень тяжело и мы едва смогли бы передвигать ноги, как если бы постоянно носили очень тяжелый рюкзак.

ЧТО ТАКОЕ ДЕНЬ И ГОД?

Планеты поворачиваются вокруг своей оси. Когда планета делает один оборот, на ней проходят сутки. Чем быстрее вращается планета, тем короче на ней сутки. На Земле сутки составляют 24 часа.

Кроме вращения вокруг оси планеты двигаются по орбите вокруг Солнца. **Орбитой** называется длинный путь планеты вокруг Солнца. Когда планета совершает полный оборот по орбите, проходит год. Чем дальше планета, чем больше нужно времени, чтобы обогнуть Солнце, тем длиннее год и орбита планеты. В прошлом ученые полагали, что орбиты круглые, но сегодня мы знаем, что пути планет имеют овальную форму, поэтому планета в течение года оказывается то ближе к Солнцу, то дальше от него. Когда планета дальше всего от Солнца, говорят, что она находится в **афелии**. Самая близкая к Солнцу точка орбиты называется **перигелий**.

КОСМИЧЕСКИЕ РАССТОЯНИЯ

Во Вселенной самой большой скоростью обладает свет. За одну секунду он преодолевает расстояние 300 000 километров. Несмотря на такую скорость, солнечные лучи достигают Земли через несколько минут, а самой дальней планеты — Плутона — почти за полчаса. Это происходит из-за огромных космических расстояний.

Космос настолько велик, что приходится использовать особые единицы измерения расстояний. Если указывать расстояния между планетами и звездами в привычных для нас километрах, то придется писать слишком длинные цифры. Небесные тела по человеческим меркам находятся очень далеко друг от друга. Мы видим только очень крупные или яркие объекты. По этой причине долгое время планеты были известны только в Солнечной системе, и первая планета за ее пределами была открыта лишь в конце XX века. Сейчас их найдено несколько десятков.

Когда мы включаем в комнате свет, кажется, что он тут же заполняет всю комнату, и светло становится сразу — и около лампочки, и у дальней стены. На самом деле свет распространяется с определенной скоростью, просто она столь высока, что человеческий глаз не может уловить распространение света. Всего секунда нужна для того, чтобы луч света преодолел расстояние в 300 000 километров. За год свет проходит 9 460 700 000 000 километров — это основная единица, в которых выражают расстояние между космическими объектами, она называется световым годом. Это мера длины, удобная для измерения огромных космических расстояний.

Другая распространенная мера в астрономии —астрономическая единица. **Астрономическая единица** — расстояние между Землей и Солнцем — около 150 миллионов километров.

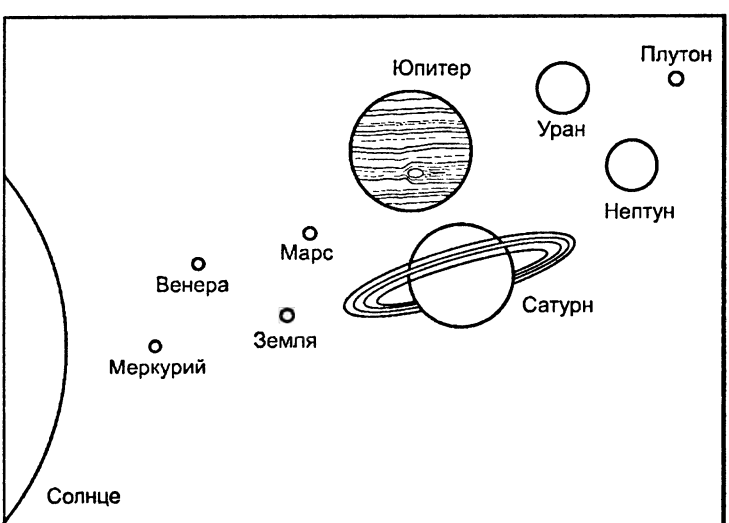
ВЕЛИКА ЛИ СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА?

По сравнению с другими подобными системами Солнечная система не так уж велика. Диаметр Солнечной системы около 15 миллиардов километров.

Мы можем назвать небесное тело **планетой**, если оно вращается вокруг звезды, например планета Земля совершает оборот вокруг звезды Солнце.

Спутником, или луной, можно назвать объект, который совершает обороты вокруг планеты. Например, естественный спутник Луна вращается вокруг планеты Земля.

Если двигаться от Солнца и залетать на каждую планету, то первой будет Меркурий,



Планеты Солнечной системы

второй — Венера, а третьей — Земля. Было бы очень интересно найти жизнь на другой планете. Но, к сожалению, несмотря на активные поиски, по-прежнему наука не знает других планет, на которых существует жизнь.

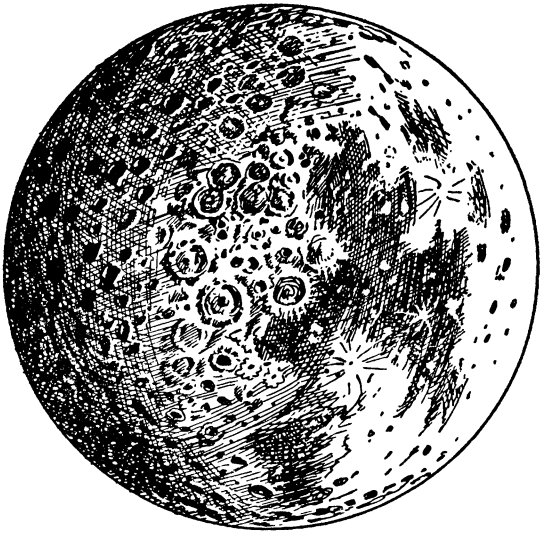
ТЕПЛО ЛИ НА ЛУНЕ?

На Луне холодно, обычно так, как на Земле в морозный день: минус 20°С. Но местами на Луне так холодно, как на Земле, видимо, никогда не бывало: минус 135°С. Поверхность Луны неровная, покрыта кратерами, возникшими в результате ударов астероидов, упавших на поверхность спутника нашей планеты.

Более или менее плоские равнины Луны называются морями, хотя в них и нет воды. Море Бурь, Море Спокойствия, Море Облаков — все это безводные пространства. Кроме того, эти «моря» совершенно тихие. Так как на Луне нет воздуха, который передает звуковые колебания, Луна совершенно беззвучна.

Поверхность Земли постоянно меняется, потому что на Земле есть атмосфера. Из-за того, что ветер разрушает горы и переносит пыль, текущая вода размывает почвы и сносит грунт вниз по течению.

За миллионы лет Земля не один раз менялась так, что если бы мы могли перенестись в те времена, мы вряд ли узнали бы, где находимся.



Поверхность Луны

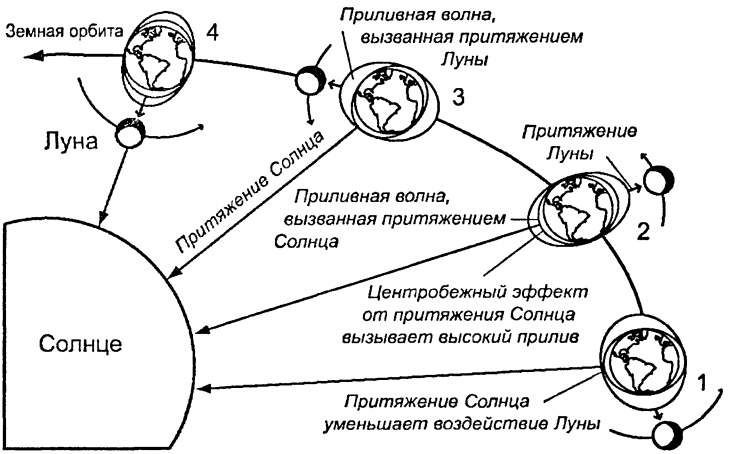
На Луне нет ни атмосферы, ни ветра, ни рек, поэтому все, что находится на поверхности Луны, сохраняется в практически неизменном виде вот уже 3—4 миллиарда лет. Для человека на Луне горизонт кажется гораздо более близким, чем на Земле, потому что она меньше Земли. Предполагают, что Луна могла появиться из обломков, выброшенных в космос, в результате удара о Землю гигантского объекта.

ЧТО ТАКОЕ ФАЗЫ ЛУНЫ?

Луна перемещается по своей орбите, показываясь нам то полной, то лишь частично, но мы всегда видим одну и ту же ее сторону. Мы

не можем заглянуть на другую сторону спутника планеты Земля.

В течение месяца мы видим, что форма Луны меняется. Это происходит потому, что солнечные лучи освещают разные части Луны. Обратная сторона Луны часто называется темной, так как она не видна с Земли. Разные видимые формы Луны называют **фазами**. Когда Луна не видна в ясную ночь, мы говорим, что наступило новолуние. Если виден весь лунный



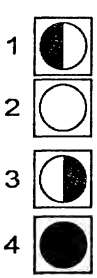


Схема образования приливов и отливов

диск — это полнолуние. Между полнолунием и новолунием видимая часть Луны постепенно уменьшается, а потом снова увеличивается.

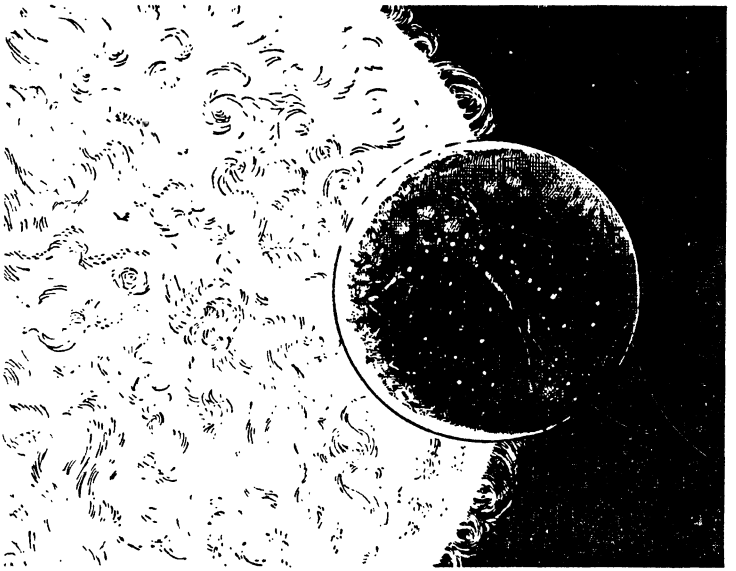
Сила, удерживающая Землю около Солнца, а Луну около Земли, называется **гравитацией**, или силой притяжения. Земля удерживает Луну, но и Луна притягивает Землю. Это служит причиной того, что в морях и океанах Земли существуют приливы и отливы. Изменения уровня моря возникают потому, что вода частично притягивается Луной.

Нам кажется, что Луна светится, но это не так. Солнечные лучи, освещающие лунную поверхность, отражаются и падают на Землю, поэтому Луна кажется нам светящейся.

ПЕРВЫЙ ОТ СОЛНЦА

Планета, расположенная ближе всего к Солнцу, называется **Меркурий**. Близость к Солнцу означает сильный разогрев поверхности планеты. Меркурий — твердый, спутников у него нет.

Год на Меркурии самый короткий — 88 земных дней. Меркурий вращается вокруг своей оси так медленно, что за один день проходит два меркурианских года. Это означает, что пока планета делает один оборот вокруг своей оси, она дважды успевает облететь вокруг Солнца. Меркурий так медленно поворачивается вокруг оси потому, что находится



Ближе всего к Солнцу расположен Меркурий

близко к Солнцу, и планета испытывает сильное влияние гравитации.

Меркурий — сложный объект для наблюдений. Он находится так близко к Солнцу, что скрывается его сиянием. Более подробные данные удается получить благодаря полетам беспилотных научно-исследовательских станций. Как и Луна, Меркурий покрыт кратерами, которых известно около трех сотен. Они возникли около четырех миллиардов лет назад, когда в планету врезались обломки, возникшие при образовании Солнечной системы. Один из кратеров Меркурия имеет диаметр более 1000 километров и возник при столкновении с большим объектом.

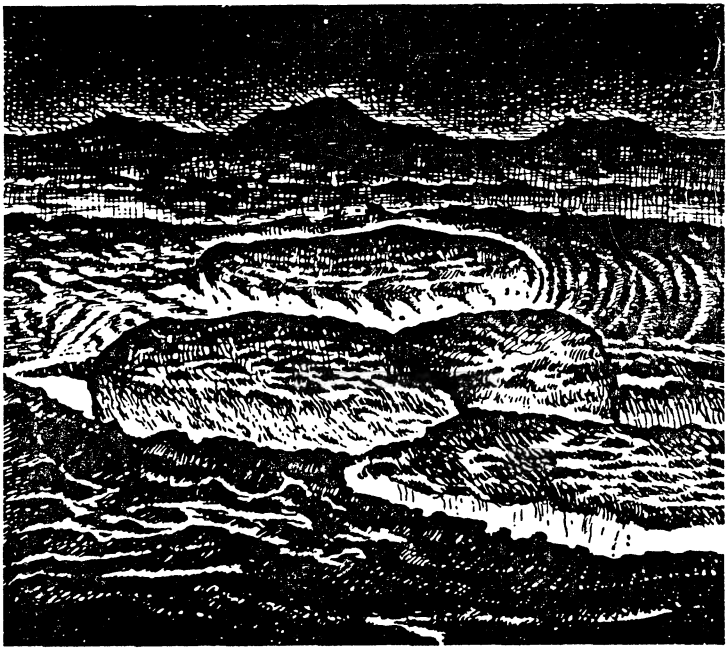
Поскольку на Меркурии почти нет атмосферы, сторона, освещенная Солнцем, сильно разогревается, а та, что находится в тени, замерзает. Когда на освещенной стороне плюс 400°С, в тени может быть минус 150°С.

На Меркурий не садилась ни одна исследовательская станция. Пока удалось совершить лишь полет над поверхностью. Так как размеры Солнца, которое мы видим, зависят от удаленности планеты, с которой ее наблюдают, на Меркурии оно кажется в 6 с лишним раз больше, чем на Земле.

УТРЕННЯЯ ЗВЕЗДА — ЭТО ПЛАНЕТА?

На рассвете и закате над горизонтом можно видеть очень яркий объект, который с давних времен называют утренней или вечерней звездой. Это планета **Венера**, вторая по счету от Солнца. Венера самая яркая планета, видимая с Земли. Большая часть света, падающего на Венеру, отражается толстым слоем облаков.

По традиции, открытые на Венере объекты называют словами женского рода. Сама планета названа в честь римской богини красоты. Долгое время люди думали, что Венера, близкая к Земле и имеющая почти такие же размеры, должна быть очень похожа на Землю. На самом деле оказалось, что Венера — скальная пустыня, с температурой почти 500°С.



Поверхность Венеры

Венера загадочная и страшная планета. Солнце на Венере, как и на Уране, встает на западе, а садится на востоке (на всех остальных планетах — наоборот). Поверхность Венеры постоянно скрыта облаками, но ее можно изучать при помощи радаров. Исследования показали, что большая часть поверхности этой планеты — пыльные равнины. Радары обнаружили также следы вулканической деятельности. Венера четыре раза служила посадочной площадкой для кораблей, стартовавших с Земли.

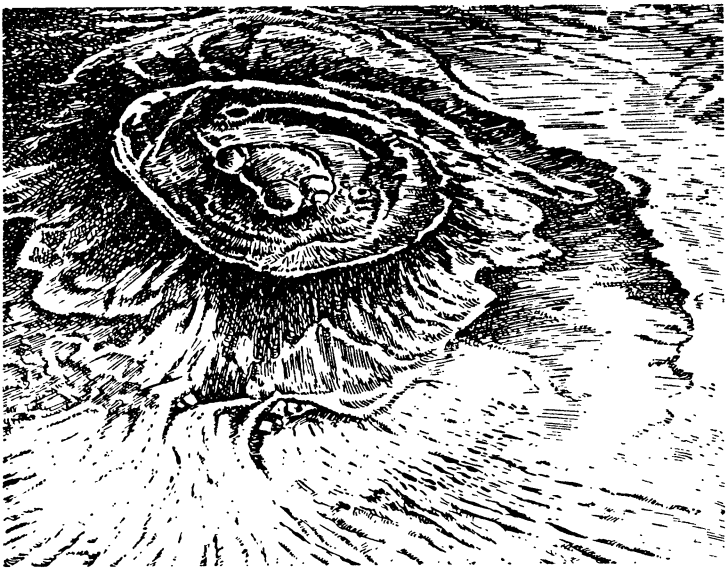
Атмосфера Венеры содержит много углекислого газа. На поверхности планеты царит

полумрак, потому что большая часть света отражается облачным слоем, и поверхности достигает ослабленный в 5 раз свет, окрашивающий небо в дымчатый оранжеватый цвет. Парниковый эффект — задержка тепла атмосферой — приводит к тому, что становится очень жарко. Атмосфера Венеры так тяжела, что производит то же действие, что и вода на Земле на глубине более 900 метров. Вулканы Венеры, извергавшие серу, вызвали образование кислотных облаков.

КРАСНАЯ ПЛАНЕТА

Марс, названный в честь римского бога войны, — единственная планета, поверхность которой можно рассматривать в телескоп без помех. Марс кажется красноватым из-за большого количества солей железа. Фактически Марс ржавеет. В ночном небе эта планета кажется очень яркой, уступая лишь Венере и Луне.

Марс в 2 раза меньше Земли. На Марсе очень много вулканов и следов, оставленных лавовыми потоками прошлого. Среди марсианских вулканов находится и самый крупный вулкан Солнечной системы — Олимп. Диаметр этой гигантской горы около 600 километров, а ширина кратера 90 километров. Марсианский день близок по продолжительности к земному, а год в 2 раза длиннее.



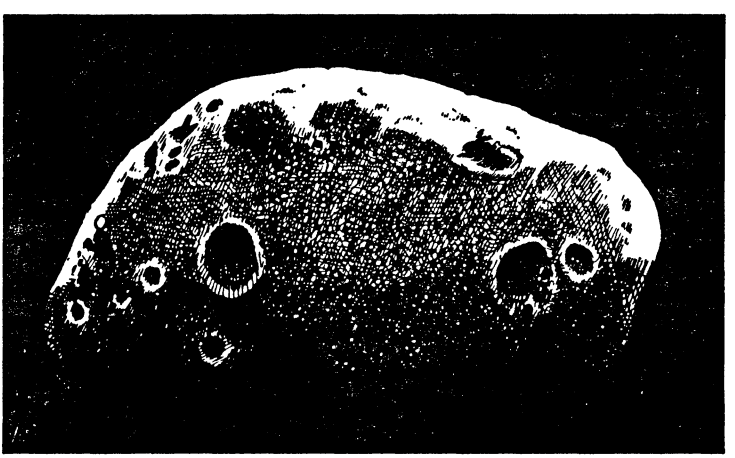
Вулкан Олимп на Марсе

Каналы на Марсе, долго время лишавшие покоя людей, мечтавших о встрече с марсианами, могут быть просто руслами высохших рек. Возможно, 4 миллиарда лет назад здесь было достаточно тепло для существования морей и океанов. У Марса два спутника — Фобос и Деймос. Их форма не шарообразная, и, возможно, они когда-то были астероидами, а потом были пойманы гравитацией Красной планеты.

Безжизненная каменная планета увенчана полярными ледовыми шапками, которые увеличиваются зимой и сокращаются летом. Возможно, когда-то на Марсе была жизнь, но доказательств этого до сих пор не найдено. Пред-

Фобос

положения о существовании жизни на этой планете делались еще в древности. Астрономы тех времен считали, что темные пятна на поверхности Марса — это леса.



Деймос

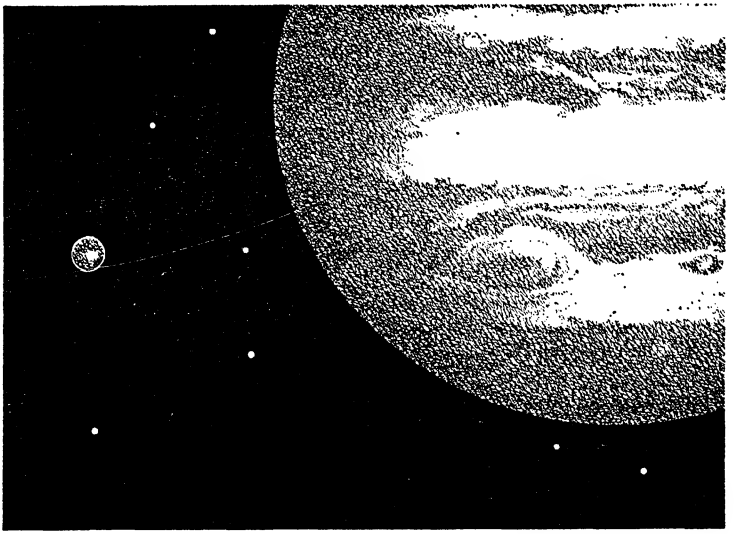
Атмосфера Марса очень тонкая, она создает давление в 100 раз меньшее, чем атмосфера Земли. В марсианском воздухе почти нет воды, и он не защищает поверхность планеты от остывания и губительного для жизни ультрафиолетового излучения Солнца. Большую часть времени на Марсе мороз, и температура редко поднимается выше нуля.

САМАЯ БОЛЬШАЯ ПЛАНЕТА

Юпитер — огромная планета, размеры которой в 1300 раз больше Земли. Он настолько велик, что если положить на одну чашу весов Юпитер, а на другую — все остальные планеты, Юпитер перевесит.

Юпитер состоит в основном из газов, а не из камня, как планеты, расположенные ближе к Солнцу. Верхние слои планеты — это газообразные водород и гелий; в глубине планеты эти газы выглядят как жидкий металл. Ученые обнаружили, то Юпитер продолжает сжиматься. Это вызывает разогрев ядра гигантской планеты до 30 000 °С. Известно, что у Юпитера есть кольца, хотя и не такие впечатляющие, как у Сатурна.

Юпитер окружают 16 спутников. Четыре самых крупных спутника были открыты в начале XVII века. На спутнике Ио бушуют вулканы, выбрасывающие струи газа на сотни километров. В атмосфере Юпитера ревут



Юпитер и Ио

штормовые ветры, достигающие скорости 500 километров в час и более. Юпитер очень быстро вращается, поэтому сутки продолжаются всего 10 часов. Бешеная скорость вращения этой планеты привела к тому, что Юпитер сплюснут с полюсов. Год на Юпитере продолжается более 11 земных лет.

На поверхности Юпитера известно несколько пятен. Одно из них возникло в конце XX века, когда остатки кометы врезались в планету и оставили гигантские черные пятна.

В течение, по меньшей мере, 300 лет в атмосфере Юпитера бушует ураган, известный под названием Большого Красного пятна. Красный цвет урагана, по-видимому, вызван присутствием серы или фосфора. Диаметр это-

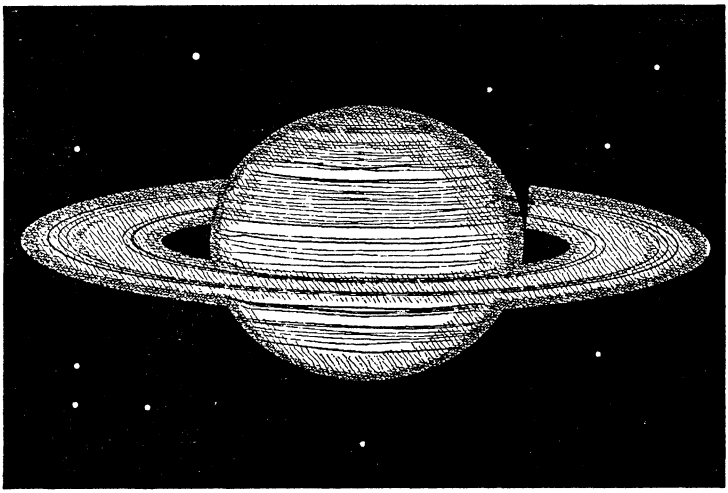
го урагана в 2 раза больше диаметра Земли. Скорость ветра в Большом Красном пятне Юпитера достигает 450 километров в час.

КОЛЬЦА ГИГАНТА

Сатурн уступает размерами только Юпитеру. В течение многих лет считалось, что Сатурн состоит из газа. Сегодня предполагают, что в центре этой планеты заключено каменное ядро, окруженное жидким водородом. Сатурн вращается очень быстро, что делает его самой плоской планетой в Солнечной системе. Несмотря на свои внушительные размеры, Сатурн имеет очень низкую плотность — он легче воды.

Кольца Сатурна были открыты в середине XVII века. Сейчас известно свыше 10 000 колец, состоящих из льда, каменной пыли. Сатурн не единственная планета с кольцами, они есть также у Юпитера, Урана и Нептуна. До сих пор непонятно, как образовались кольца Сатурна. Может быть, это хвост пролетевшей слишком близко кометы. Обычно кольца довольно хорошо видны, но раз в несколько лет они поворачиваются к Земле узкой стороной и исчезают из вида. Кроме колец Сатурн имеет 23 спутника, некоторые из них очень велики, другие — совсем небольшие скальные обломки.

В атмосфере Сатурна дуют еще более сильные ветры, чем на Юпитере. Скорость их



Кольца Сатурна

превышает 1500 километров в час. Солнце здесь кажется маленьким и далеким, в 100 раз более тусклым, чем с Земли. На Сатурне царствует мороз: средняя температура около минус 120°С.

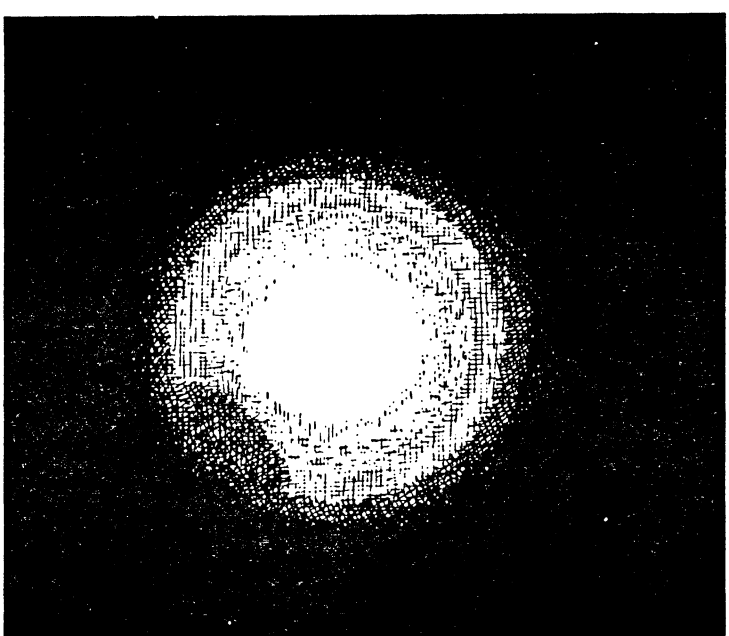
ДАЛЕКИЕ ПЛАНЕТЫ

Уран, в отличие от других планет, вращается вокруг Солнца, поворачиваясь к нему то одним, то другим полюсом, как бы лежа на боку. Уран, как и две другие далекие планеты, Нептун и Плутон, был обнаружен только благодаря тому, что люди создали мощные телескопы.

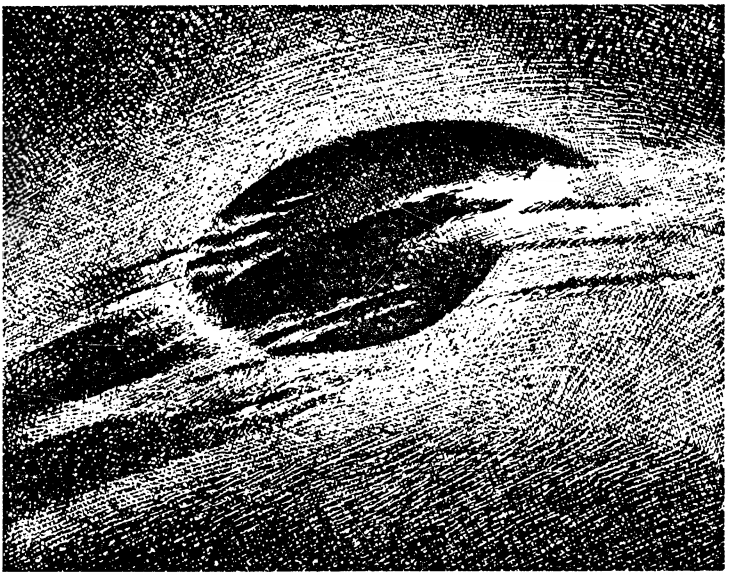
Наружные слои Урана — газовые, ближе к центру они становятся более плотными. Воз-

можно, в середине этого газового шара находится небольшое каменное ядро. По орбитам этой планеты двигается 15 спутников и 11 колец, состоящих изо льда, камня и пыли. Сатурн находится в 2 раза ближе к Земле, чем Уран, поэтому эта планета даже в мощный телескоп видна как небольшое зеленоватое тело. День на Уране продолжается 17 часов, а год в 84 раза длиннее земного.

Если бы на **Нептуне** могли жить люди, им пришлось бы отмечать Новый год раз в 165 лет — столько времени нужно, чтобы завершить оборот вокруг Солнца.



Нептун



Темное пятно на Нептуне

Как и на Юпитере, в атмосфере Нептуна обнаружены пятна. Большое Черное пятно имеет огромные размеры и могло бы вместить Землю. Из космоса Нептун кажется синим из-за газа метана, который входит в состав его атмосферы.

Кольца Нептуна гораздо меньше, чем у Сатурна. Из пяти спутников Нептуна интереснее других самый крупный — Тритон. Он считается самым холодным местом в Солнечной системе. Температура на Тритоне опускается ниже минус 230°С. Поверхность Тритона покрыта твердым льдом

Холодный **Плутон** находится дальше всего от Солнца, долгих 248 года нужно ему для то-

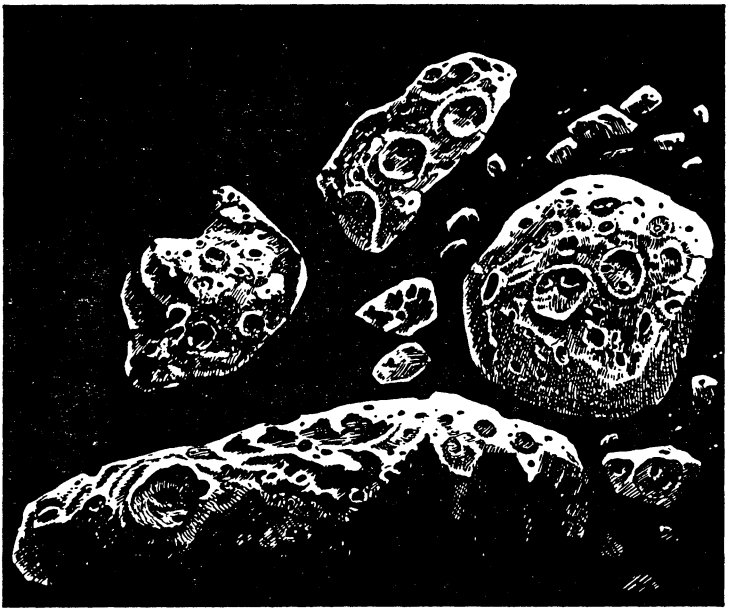
го, чтобы вернутся в ту же точку, двигаясь по орбите. По земным меркам Плутон очень холодный, минус 230°С — такова, вероятно, самая низкая температура на этой планете.

Эта планета была обнаружена позже других, в 1930 году. Ее единственный спутник Харон всего в 2 раза меньше Плутона. Возможно, в центре Плутона находится каменное ядро. Большую часть объема планеты занимает лед.

ЧТО ТАКОЕ АСТЕРОИДЫ?

Кроме планет и их спутников вокруг Солнца вращается огромное количество небольших каменных тел, которые называют **астероидами.** Если небольшие обломки проникают в атмосферу Земли, они так разогреваются от трения о воздух, что большая часть их сгорает, не долетев до Земли, на высоте около 50 километров. Это **метеоры.** Если же объект достаточно велик, то какая-то его часть достигает поверхности и тогда носит название **метеорита.** Ежегодно 200 тысяч тонн камней входит в атмосферу Земли, а 3 тысячи метеоритов врезается в земную поверхность. Самый крупный метеорит, который был найден, весит около 60 тонн. Он упал в Южной Африке.

Метеориты обычно каменные, но некоторые из них бывают металлическими. До сих пор ни один человек не пострадал от удара метеоритом. По одной из гипотез, метеориты



Астероидный пояс

послужили причиной изменения климата в далеком прошлом, когда началось вымирание динозавров.

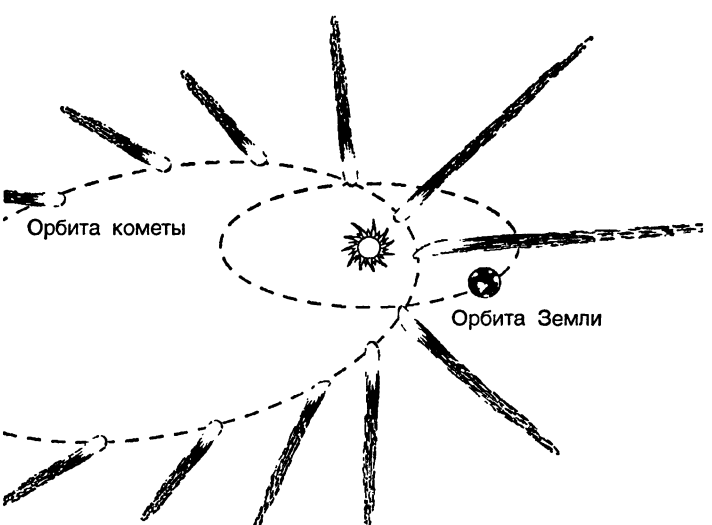
Большая часть астероидов находится между орбитами Марса и Юпитера и образует так называемый **пояс астероидов.** Возможно, это остатки планеты, которая не до конца сформировалась во времена образования Солнечной системы.

Самый большой астероид в Солнечной системе имеет диаметр 1000 километров.

Многие астероиды пролетают близко от Земли, но столкновение происходит не чаще, чем один раз в 250 тысяч лет.

КОСМИЧЕСКИЕ ХВОСТЫ

Вокруг Солнца по длинным орбитам несутся **кометы**, состоящие изо льда и камня. Некоторые кометы приближаются к Солнцу лишь раз в несколько сотен и тысяч лет. Когда комета приближается к Солнцу, часть льда начинает таять, и так образуется хвост, который можно видеть. Солнце постоянно испускает поток частиц, который называется солнечным ветром. Если комета проходит достаточно близко от Земли, ее видно даже без телескопа. Кажется, что комета висит на небе неподвижно. На самом деле она несется с огромной скоростью, пролетая за час несколько тысяч километров.



Вокруг Солнца по длинным орбитам несутся кометы

Комета Галлея приближается к центру Солнечной системы раз в 76 лет. В 1983 году одна из комет приблизилась к Земле всего на 5 миллионов километров. По космическим меркам это очень близко; к счастью, комета прошла мимо.

СКОЛЬКО НА НЕБЕ ЗВЕЗД?

В ясную погоду невооруженным глазом можно различить около двух с половиной тысяч звезд разной яркости. Это лишь небольшая часть огромного количества звезд Вселенной. Звезды сильно различаются по размеру и яркости.

Глядя на ночное небо, мы видим, что одни звезды мелкие, тусклые, а другие кажутся нам крупнее и ярче. Действительно, среди звезд есть гиганты и карлики. Огромная звезда Бетельгейзе так велика, что если бы она находилась на месте Солнца, то поглотила бы Меркурий, Венеру, Землю, Марс и Юпитер.

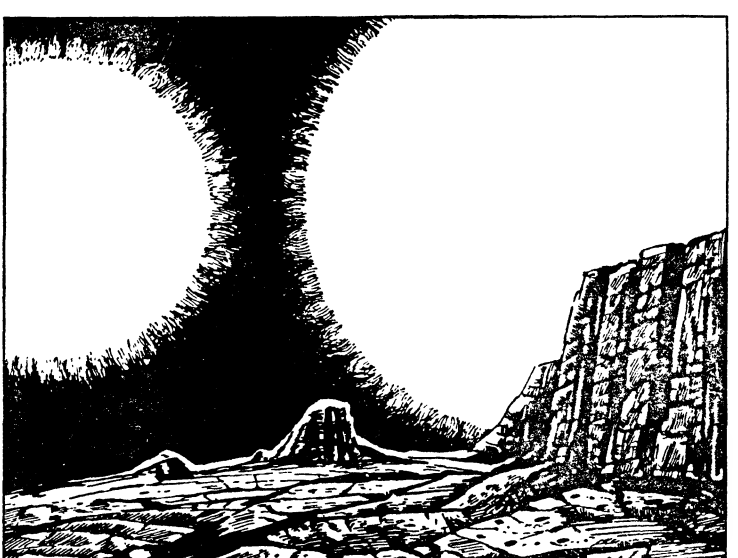
Кроме размера звезды ее яркость для наблюдателя, находящегося на Земле, зависит и от того, насколько далеко звезда находится. Поэтому выражение «звезда первой величины» указывает только яркость звезды для того, кто смотрит на нее с Земли, но ничего не говорит о ее настоящих размерах. Сириус кажется нам ярким потому, что это самая близкая к Солнцу звезда, хотя его реальные размеры относительно невелики. Впервые термин «величина» для

измерения яркости звезд был использован в глубокой древности, в 130 году до нашей эры.

Звезды в ночном небе светят переменчивым светом, мерцают. На самом деле свет звезд ровный, но если смотреть на него сквозь атмосферу Земли, движение воздуха вызывает эффект мерцания.

Самый яркий объект ночного неба — это, конечно, Луна. Второй по яркости — планета Венера.

Наше **Солнце** — желтоватая звезда, которая существует далеко от других звезд. Но иногда звезды двигаются близко друг от друга, образуя звездные системы, например **двойные звезды**. Иногда две звезды располагаются



Двойные звезды

близко, в других случаях их разделяют многие миллионы километров.

Астрономам удалось обнаружить звезды, которые светят неровно. Они известны под названием переменных звезд. Свет двойной звезды может меняться из-за того, что по мере вращения одна звезда затмевает другую. Температура и размеры некоторых звезд со временем изменяются. Обычно это происходит ближе к концу жизни звезды, когда в ее атмосфере начинают происходить изменения. Такие звезды называются **пульсирующими.**

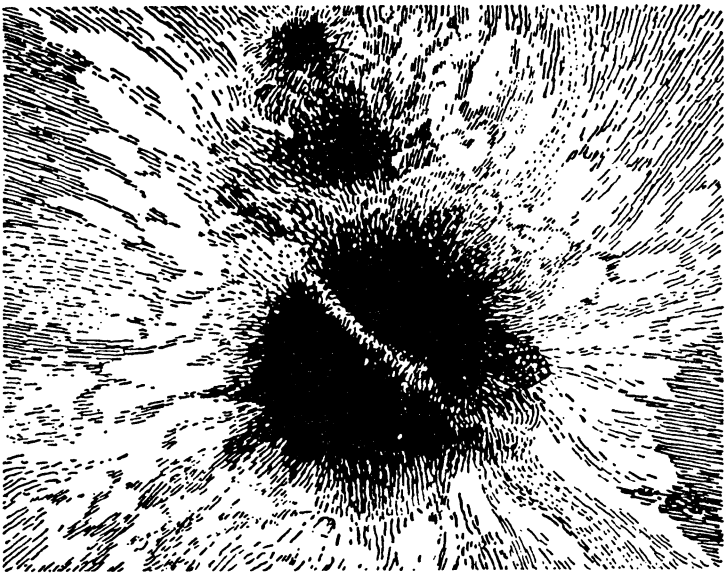
Цвет звезды зависит от ее температуры. Голубовато-белый свет — признак самых горячих звезд. Чем ниже температура звезды, тем больше ее свет кажется оранжевым или красноватым.

Самый далекий объект, известный ученым, — **сверхновая** в отдаленной галактике. Эта вспышка произошла на расстоянии 5000 миллионов световых лет.

Галактикой называются миллиарды звезд, планет, пыли и газа, которые не разлетаются благодаря взаимному притяжению.

СИЛА СОЛНЦА

Огромное количество света и тепла попадает на Землю благодаря тому, что ее освещает Солнце. Размеры и яркость Солнца по сравнению с другими звездами довольно скромные.



Солнечное пятно

Солнце — единственная звезда, доступная ученым для тщательных изысканий, потому что она расположена гораздо ближе к Земле.

Солнце, как и другие звезды, раскаленный газовый шар. В его центре находится пылающее ядро, температура в котором очень высока. Ядро по сравнению со всем Солнцем довольно маленькое, но очень тяжелое. По мере удаления от центра Солнца температура его слоев становится ниже. Наружный слой Солнца называется фотосферой. Это зона, в которой газы постоянно перемешиваются.

Как известно, на Солнце есть пятна. Это участки солнечной поверхности, температура которых ниже, чем температура большей

части солнечной поверхности. Было установлено, что количество солнечных пятен возрастает и уменьшается каждые 11 лет. Иногда над солнечным пятном происходит сильный взрыв.

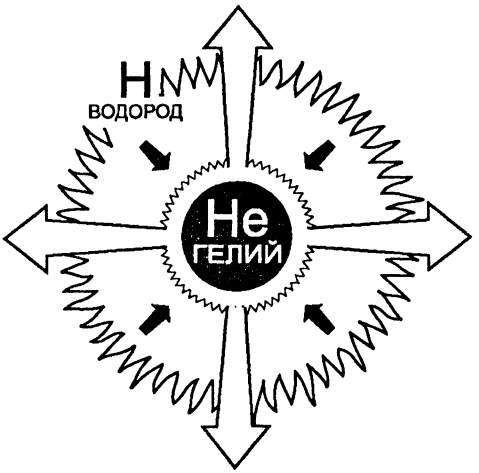
Энергия солнечного света рождается в его ядре. Причиной выброса такого колоссального количества энергии служит ядерная реакция превращения атомов водорода в атомы другого химического элемента, гелия. Каждую секунду сотни тонн водорода превращаются в гелий. Семь миллионов тонн вещества в секунду покидает Солнце и выбрасывается в космос, этот поток частиц называется солнечным ветром и служит, например, причиной того, что хвост кометы сносит в направлении от Солнца.

Предполагается, что Солнце появилось около 5 миллиардов лет назад. Примерно 5 миллиардов лет потребуется для того, чтобы оно прекратило свое существование.

Солнце состоит в основном из водорода, меньшую часть составляют гелий и другие элементы.

Солнечное затмение происходит, когда Луна становится между Землей и Солнцем и закрывает солнечный диск.

Затмение называется полным, если диск Луны целиком скрывает диск Солнца. В это время свет меркнет и становится видна так называемая **солнечная корона** — светящийся ореол, который в обычное время не виден из-за сильного света диска.

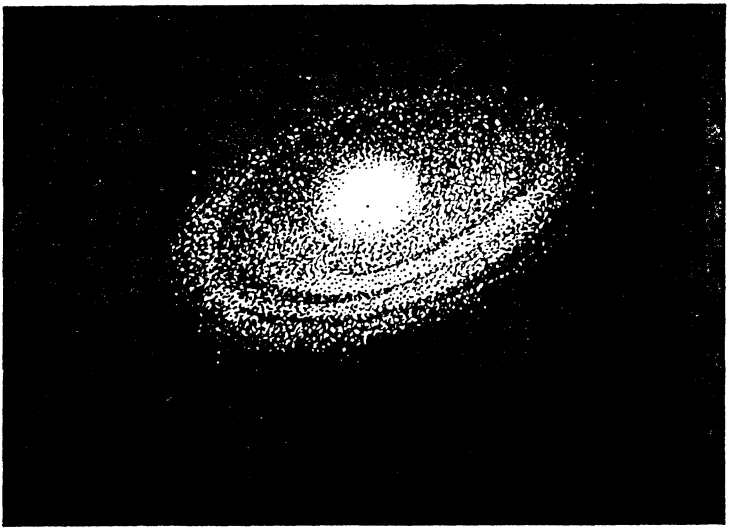


Причина выброса колоссального количества солнечной энергии — ядерная реакция превращения атомов водорода в атомы гелия

Иногда Луна закрывает лишь часть Солнца, и тогда происходит неполное солнечное затмение. Полные затмения случаются довольно редко и видны лишь в некоторых местах Земли. Кроме того, для наблюдения солнечного затмения необходима безоблачная погода.

ЖИЗНЬ ЗВЕЗДЫ

Звезды не вечны, они появляются, живут и умирают, только, в отличие от живых существ, звезды существуют миллиарды лет. Звезды рождаются в гигантских облаках газа и пыли, которые называют **туманностями**. Туманностей очень много.



Протозвезда

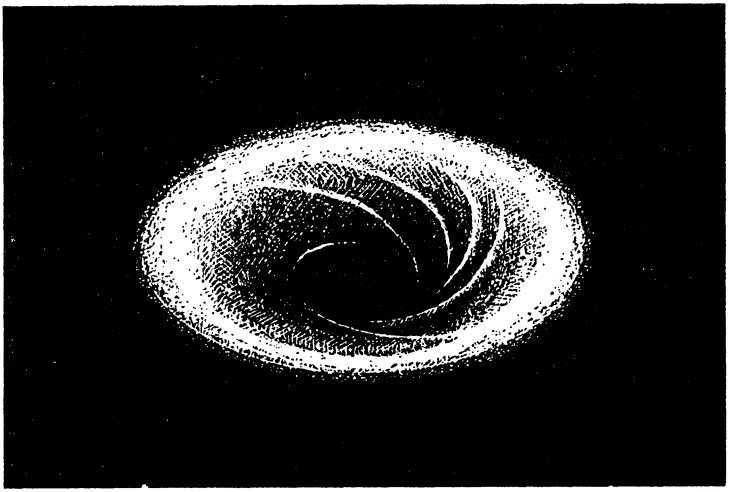
Звезда может образоваться, когда часть пыли и газа в туманности сжимается и разогревается настолько, что создаются условия для ядерной реакции, которая и обеспечивает свет звезды. Сжатое горячее облако может распасться на несколько частей, каждая из которых будет самостоятельной звездой. Сжавшаяся горячая звезда, пока в ней не идет ядерная реакция, называется **протозвездой**. Прежде чем протозвезда станет настоящей звездой, она вращается все быстрее и быстрее, становится похожей на диск, ее центральная часть сжимается еще сильнее, и тогда в этой плотной центральной части начинается ядерная реакция. Этот момент можно считать моментом рождения звезды. Вначале свет звезды ка-

жется довольно тусклым, потому что ее окружает газ, оставшийся неиспользованным при ее рождении. Но постепенно энергия звезды очищает пространство вокруг себя, и звезда светит в полную силу. В туманности Ориона обнаружено более ста протозвезд.

КАК УМИРАЮТ ЗВЕЗДЫ

Рождение одной звезды мало отличается от рождения другой, но жизнь и смерть звезд могут быть очень разными. Время между рождением и смертью звезды, когда она светит в полную силу, называется главной последовательностью. В это время энергия образуется благодаря превращению водорода в гелий. Продолжительность жизни звезды зависит от ее массы, от того, на какое время запасов водорода хватит, чтобы обеспечить свечение. Главная последовательность занимает большую часть жизни звезды. Например, для Солнца и похожих звезд главная последовательность продолжается 10 миллиардов лет.

Звезды умирают, превращаясь в ужасающие **черные дыры**, звезды гибнут с невероятными взрывами или постепенно превращаются в **белых карликов** или **красных гигантов**. В результате взрыва на месте звезды может появиться туманность. Так случилось со звездой, взрыв которой около тысячи лет назад наблюдали китайские астрономы.



Черная дыра

Наиболее распространенной причиной гибели звезды служит истощение запасов ее водородного топлива, которое расходуется в ядерных реакциях. Когда это происходит, звезда небольших размеров, как, например, наше Солнце, начинает расти и превращаться в красный гигант, ядро которого продолжает вырабатывать энергию, перейдя на гелий вместо водорода. Постепенно это приводит к тому, что наружные слои красного гиганта сбрасываются и превращаются в туманность. Оставшаяся маленькая центральная часть продолжает светиться и становится белым карликом, обреченным на тихое остывание.

Мощные, крупные звезды после того, как запасы водорода подходят к концу, сжимаются и поглощают энергию до тех пор, пока звезду

не разорвет взрыв колоссальной силы. Такой взрыв называется вспышкой сверхновой. Яркость этой вспышки превышает яркость всех звезд галактики. Энергия, которая выбрасывается за первые десять секунд после взрыва, больше, чем энергия, которую могли бы выработать 10 звезд размером с Солнце за миллиарды лет. Огромные **синие гиганты** — самые большие звезды во Вселенной. Они обычно прекращают свое существование, взрываясь.

Смерть крупной звезды может привести к тому, что ее ядро сожмется настолько, что внутренние силы сожмут даже атомы, и, в конце концов, звезда исчезнет в точке огромной плотности. Все, что находится вокруг этой точки, становится так называемой черной дырой. Притяжение черной дыры настолько велико, что ничто, даже свет, не может покинуть ее пределы и навсегда исчезает в ней. Неизвестно точно, что такое черная дыра, но ученым удается изучать черные дыры по их влиянию на соседние космические объекты. Если черной дырой становится одна из звезд, входивших в состав двойной, она может утянуть газ своей соседки.

НЕВИДИМЫЕ ОТКРЫТИЯ

В космосе существует несколько типов излучения, и свет — лишь один из них. Когда ученые поняли это, они стали строить не только телескопы, с помощью которых можно

увидеть далекие объекты, но и приборы, улавливающие другие волны.

Радиотелескоп — это большая и сложная антенна, большая «тарелка», похожая на ту, что используется для приема спутниковых каналов телевидения. Радиотелескоп может двигаться и следить за объектом, перемещающимся по ночному небу. Кроме того, радиотелескопу не нужно безоблачное небо — радиосигналы проходят и сквозь облака. К тому же радиоастрономам не нужно ждать наступления ночи — радиотелескопы работают круглые сутки. «Тарелка» самого большого радиотелескопа более 300 метров в диаметре. Такой телескоп позволяет находить и исследовать объекты, расположенные слишком далеко для того, чтобы их можно было увидеть. С помощью радиотелескопа изучают и тусклые объекты, света которых недостаточно, чтобы стать видимыми для нас. Радиосигналы поступают в компьютер, где преобразовываются в графическое изображение.

Некоторые космические явления были обнаружены именно по радиосигналам. Они оказались настолько упорядоченными, что сначала их приняли за послание инопланетного разума. Источник этих загадочных радиоволн был назван пульсаром.

Пульсар — особая звезда, передающая в космос радиосигналы большой силы и лучи света. Радиостанция на Земле воспринимает проходящие через нее сигналы как включение и выключение радиомаяка. Сигналы поступа-

Пульсар

ют обычно несколько раз в секунду, это зависит от скорости вращения пульсара. Предполагается, что постепенно вращение пульсара замедляется из-за истощающейся энергии. Самые медленные из известных на сегодня пульсаров делают один оборот в пять секунд, а самый быстрый — более 600.

ВСЕЛЕННАЯ — ВСЕ, ЧТО ЕСТЬ

Космос и все, что находится в нем, называется **Вселенной**. Это огромное пространство, которое, судя по всему, расширяется. Размеры

Вселенной неизвестны, но самая далекая от Земли галактика находится на расстоянии 10 миллиардов световых лет. Точно неясно, как образовалась Вселенная. Возможно, что это произошло в результате Большого взрыва. Впервые это словосочетание прозвучало в эфире английского радио.

Вселенная, время, пространство — эти понятия плохо укладываются в голове, но кое-что из сложных рассуждений на эту тему вполне доступно.

Большинство ученых склоняются к мнению, что все, что находится во Вселенной, появилось в крошечной точке, в которой произошел взрыв невероятной силы, в результате которого появилось время и пространство. При этом температура достигла 10 000 триллионов градусов. Вероятно, это произошло более 12 миллиардов лет назад.

Очень хочется узнать, что было до этого и что находится за пределами Вселенной, если они существуют. Но наука не знает ответа на этот вопрос. Потом появились физические силы. Прошло несколько тысяч лет, прежде чем образовались атомы. Все время, как и сегодня, Вселенная расширялась с гигантской скоростью. О том, что Вселенная расширяется и сегодня, мы можем судить по тому, что расстояние между галактиками увеличивается. Первые сто тысяч лет Вселенная была горячее, чем наше Солнце. В это время звезды не могли существовать и сразу испарялись, если и возникали.

Взрывающиеся галактики

В древности люди думали, что Земля, Солнце и все, что находится в небе, существует вечно, а некоторые религиозные учения утверждают, что в далекие времена не было никого, кроме Бога, который и сотворил все в этом мире.

ПОЧЕМУ ГАЛАКТИКИ НЕ РАЗЛЕТАЮТСЯ?

Несмотря на то что Вселенная расширяется, галактики не разлетаются, так как удерживаются вместе благодаря силе притяжения. Однако этой силы оказывается недостаточно, чтобы остановить ее расширение. Одни ученые считают, что Вселенная будет расширяться

вечно, другие думают, что этот процесс прекратится, и Вселенная начнет сжиматься.

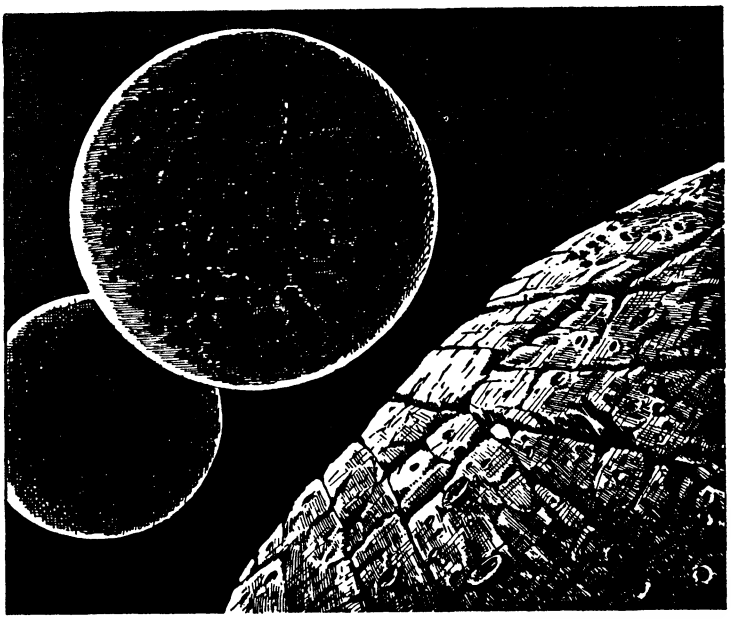
Если это когда-нибудь и случится, Солнечная система к этому моменту давно прекратит свое существование. Сжатие Вселенной, вероятно, приведет к сближению галактик и появлению огромной черной дыры, из которой может образоваться новая Вселенная.

ТЕМНОЕ ВЕЩЕСТВО

Возможно, во Вселенной находится огромное количество вещества, о котором мы знаем очень мало. Это невидимое вещество называют **темным**. Возможно, это черные дыры, или, может быть, коричневые карлики. Так называются странные объекты, которые слишком велики, чтобы быть планетами, но слишком малы для звезды. Запасы топлива в этих звездах оскудели настолько, что ядерные реакции в их ядрах прекратились, и они перестали светиться, как нормальная звезда.

Кроме того, темное вещество может состоять из звезд, слишком тусклых для того, чтобы мы могли увидеть их, или холодного газа.

Мы можем обсуждать только то, что воспринимаем органами чувств. Мы видим далекие звезды, улавливаем радиосигналы или смотрим на экраны приборов, которые получают и обрабатывает данные из космоса. Телескопы и приборы позволяют нам изучать



Потухшие звезды

лишь крошечную часть Вселенной. Для исследования темного вещества приборы устанавливают на дне глубоких шахт, чтобы изолировать их от космических лучей и света.

ГДЕ МЫ?

Мы живем на планете Земля, расположенной в Солнечной системе. Эта система в свою очередь находится в **галактике** — огромном звездном скоплении. Слово «галактика» происходит от греческого слова «молоко». Наша Галактика бывает видна нам самим в ясную,

звездную ночь как чуть более светлая неровная полоса на ночном небе. Она называется Млечный Путь. В нашей Галактике огромное количество звезд и туманностей. Изучена лишь ничтожная часть нашей Галактики, а в космосе их очень много.

Галактика **Млечный Путь** имеет выпуклую овальную форму. Центр галактики скрыт от нас в облаках пыли и газа. В центральной части, которая вращается быстрее, чем остальные, находится много красноватых или желтоватых звезд. Возможно, в самом центре нашей Галактики находится черная дыра. По космическим меркам наша Галактика не очень большая, но для нас ее размеры невообразимы: луч света пересекает огромную Солнечную систему за 12 часов, а нашу Галактику за десятки тысячелетий.

Время, которое требуется Солнцу, чтобы совершить один оборот вокруг центра Галактики, называется галактическим годом. Солнцу нужно несколько сотен миллионов лет, чтобы прожить один галактический год.

Наша Галактика образовалась спустя 5 миллиардов лет после Большого взрыва. В ней насчитывают около 200 миллиардов звезд. В космосе огромное количество галактик — около 100 миллиардов, но даже примерно подсчитать и представить себе количество звезд во Вселенной невозможно.

Хотя размеры галактик очень велики, они находятся так далеко от нас, что много узнать

о них мы не можем. Галактики различаются по форме: бывают округлые, овальные или спиральные, похожие на Млечный Путь. Существуют галактики неправильной формы, содержащие много газа и пыли. Больше всего во Вселенной карликовых галактик.

Часть галактик обладает ярким светящимся ядром, посылающим в космос частицы вещества и энергию. Такие галактики называют активными. Активная галактика может иметь в центре большую черную дыру и выбрасывать в космос невероятное количество энергии. Среди них есть радиогалактики, посылающие радиоволны. **Квазары** — одни из самых удивительных объектов во Вселенной. Считается, что в центре квазара находится черная дыра, засасывающая все вокруг себя. Это засасывание сопровождается выбросом в космическое пространство световых и рентгеновских лучей и радиоволн.

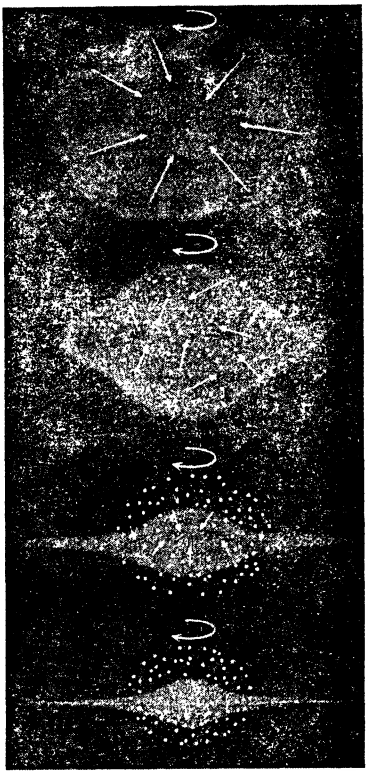


Схема рождения галактики

Ближайший к Земле квазар находится на расстоянии более миллиона световых лет.

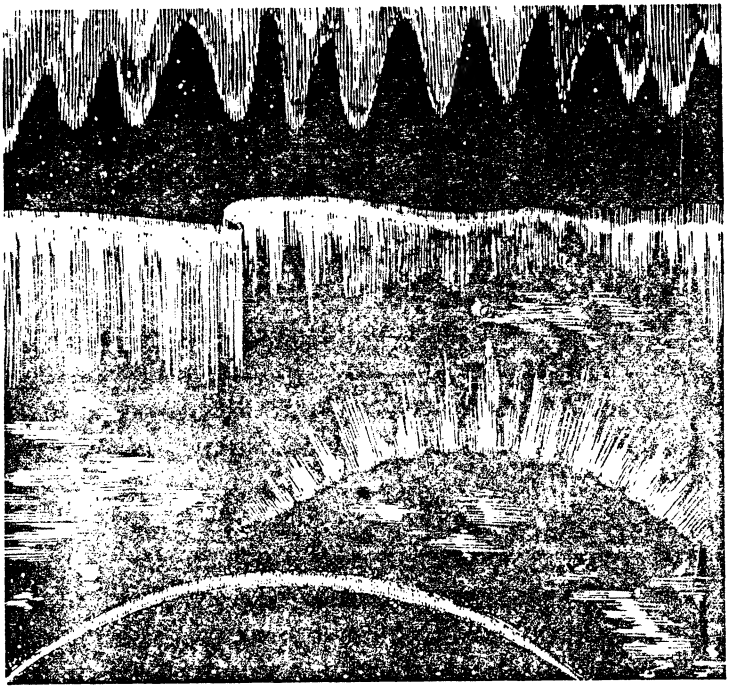
Большая часть галактик рассеяна в космосе неравномерно. Они образуют группы. В нашу группу кроме Галактики Млечный Путь входит еще около 30 галактик. Млечный Путь — вторая по величине галактика в своей группе. Самая крупная галактика нашей группы называется Андромеда. Это самый далекий космический объект, который можно увидеть невооруженным глазом.

КАК НАБЛЮДАТЬ ЗВЕЗДЫ?

С момента первых наблюдений ночного неба до наших дней прошло много времени, и большую часть этого срока люди не пользовались никакими приборами. Ты вполне можешь последовать примеру древних ученых.

Человеку нужно около 30 минут провести в темноте, чтобы его глаза полностью приспособились к слабому свету ночного неба. Каждую ночь звезды смещаются, и кажется, что разобраться в этом очень непросто. К тому же в течение ночи звезды тоже меняют свое положение, а это может окончательно запутать. Лучше наблюдать звездное небо там, где нет уличного освещения.

Относительно друг друга звезды кажутся неподвижными, поэтому, обнаружив созвездие Большая Медведица, в какой бы части неба



Виды полярного сияния

оно ни находилось и в какой бы стране мы ни вели наши наблюдения, мы всегда увидим рядом с ним одни и те же звезды. Иногда удается увидеть метеоры или комету. Люди, увлеченные поисками неопознанных объектов, часто принимают Венеру за инопланетный корабль.

Ночное небо вблизи полюсов нашей планеты иногда озаряется фантастическим светом. Это **полярное сияние**. Оно возникает из-за того, что частицы, испускаемые Солнцем, притягиваются магнитным полем Земли и сияют над полюсами.

ЧТО ТАКОЕ СОЗВЕЗДИЕ?

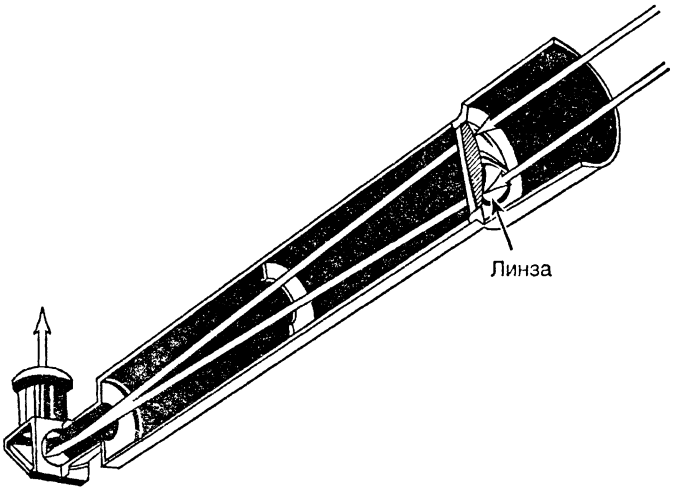
В прошлом люди думали, что несколько звезд, видимых в ночном небе в виде группы, располагаются недалеко друг от друга. Такие группы назвали **созвездиями**. Первые созвездия были описаны, видимо, около 2 тысяч лет до нашей эры в Древнем Вавилоне.

Сегодня под созвездием понимают область ночного неба. Звезды, видимые как части одного созвездия, могут быть очень далеко друг от друга и даже входить в состав разных галактик.

Несмотря на то что звездное небо меняется, люди, живущие в Северном полушарии, видят лишь северные созвездия, а в Южном — южные. Все планеты, кроме Плутона, а также Луна и Солнце проходят по небу одним и тем же путем, пересекая 12 созвездий, которые называются зодиакальными. Их названия используются в астрологии. Каждый год Солнце проводит около месяца в каждом из этих созвездий, по которым названы знаки зодиака: Козерог, Водолей, Рыбы, Овен, Телец, Близнецы, Рак, Лев, Дева, Весы, Скорпион и Стрелец.

КАК УСТРОЕН ТЕЛЕСКОП?

Немало удивительных открытий было сделано без помощи увеличительных приборов, но можно считать, что золотой век астрономии приходится на начало XVII века, когда изобре-

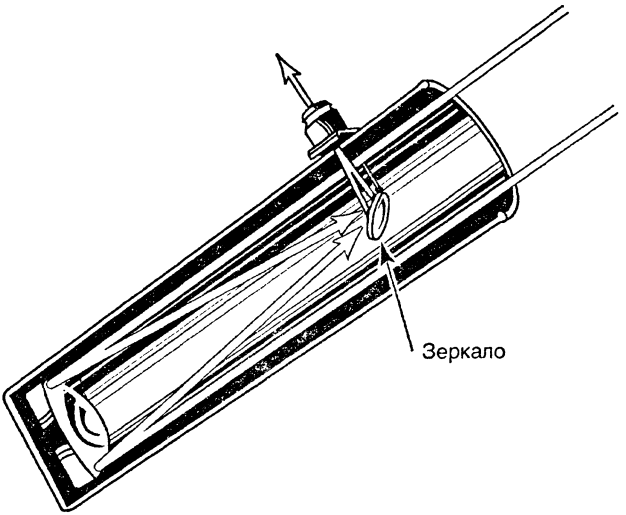


Первые телескопы состояли из линз, заключенных в трубку

ли телескоп. Первые телескопы состояли из нескольких линз, заключенных в трубку.

Чем больше диаметр линзы, тем лучше работает телескоп, но производство линз большого размера очень дорого, к тому же линза диаметром больше метра очень тяжелая и хрупкая и искажает цвет объекта. В прошлом, чтобы хорошо рассмотреть звезды, строили телескопы очень большой длины.

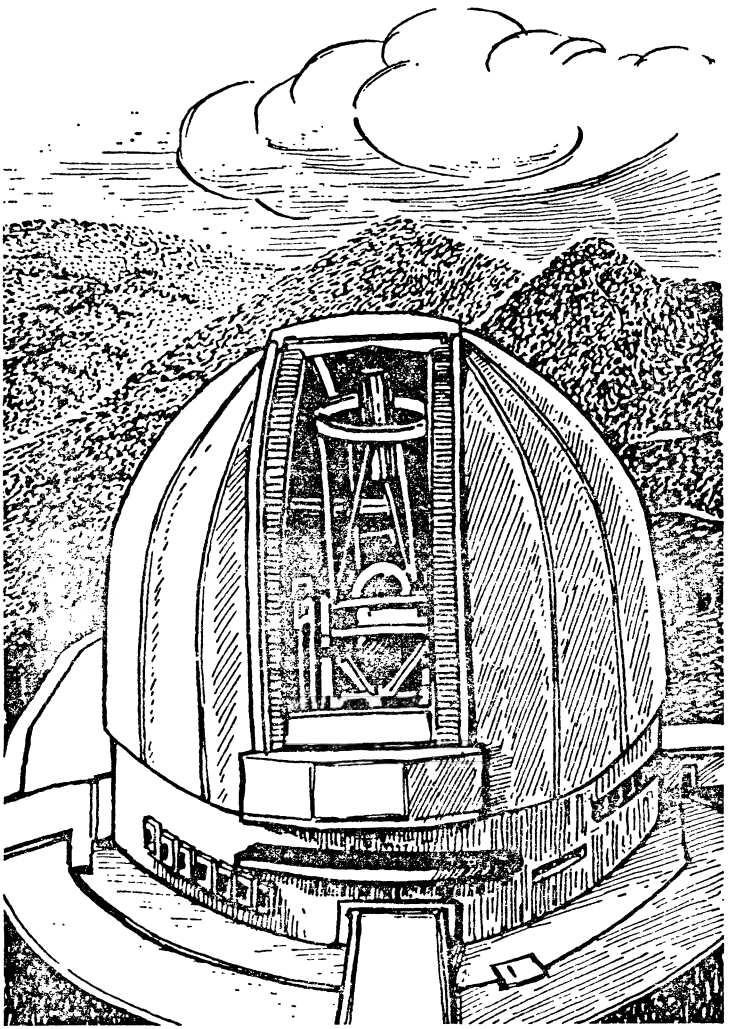
Многие технические проблемы удалось решить, когда вместо линз в телескопах стали использовать изогнутые зеркала. Честь изобретения отражающего телескопа принадлежит Исааку Ньютону. Замена линз на зеркала обеспечила возможность постройки телескопов, с помощью которых можно было рассмотреть более далекие и тусклые объекты, кроме того,



Многие технические проблемы удалось решить, когда вместо линз в телескопах стали использовать изогнутые зеркала

изготовить зеркало гораздо легче, чем линзу. Сегодня все крупнейшие телескопы планеты снабжены изогнутыми зеркалами. Современные телескопы передают изображение в компьютер через мощные цифровые камеры. Зеркало такого телескопа должно быть очень гладким. Иногда на полировку многотонного зеркала уходят месяцы.

Один из самых известных на планете телескопов находится за ее пределами. Космический телескоп «Хаббл» двигается по орбите вокруг Земли на высоте более 600 километров. Энергию для работы телескопа доставляют солнечные батареи, а полученная информация передается на Землю, где ею занимаются ученые.



Обсерватория

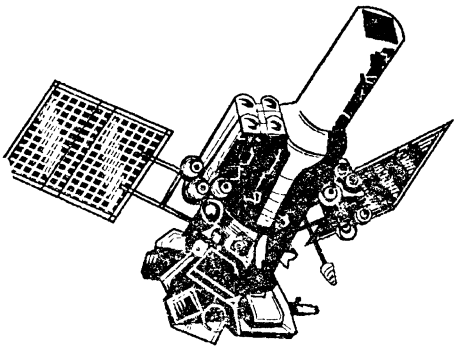
Для удобства работы телескопы располагаются в специальных домах — обсерваториях. Часто обсерватории строят на большой высоте

в горах, вдали от густонаселенных районов, чтобы освещение не мешало наблюдениям. Изображение, полученное несколькими телескопами, может быть объединено при помощи компьютерной сети, соединяющей обсерватории.

ТЕЛЕСКОПЫ БЕЗ ЛИНЗ И ЗЕРКАЛ

Кроме оптических телескопов, в которых главными деталями являются линзы или зеркала, и радиотелескопов, работающих как космические антенны, было изобретено еще несколько специальных инструментов для изучения космоса.

Мы видим не все световые волны. За пределами видимого света находятся ультрафиолетовые и инфракрасные световые волны. Инфракрасным светом в космосе светятся относительно холодные объекты, температура которых ниже 3000°С. Инфракрасные телескопы нужны для изучения холодных объектов, например облаков газа, водяного пара, и огромного количества галактик. Ультрафиолетовые телескопы, наоборот, необходимы для изучения малых горячих космических объектов. Эти телескопы обычно работают в космосе, потому что атмосфера Земли задерживает очень много ультрафиолетовых лучей. Один из ультрафиолетовых телескопов установлен на Луне экипажем американских астронавтов.



Рентгеновский телескоп «Гранат»

Другой тип лучей, которые можно улавливать из космоса, называется рентгеновским излучением. Это те самые лучи, которые используются в медицине и позволяют сделать снимок кости человека. В космосе они возникают благодаря ядерным реакциям, идущим в звездах.

Изображение поверхности планеты удается получить, посылая к ней радиосигналы и изучая возвращающееся эхо. Прибор, работающий на таком принципе, называется **радаром** и используется не только для космических исследований, но и для построения картины морского дна и других целей.

КАК ПОПАСТЬ В КОСМОС?

Долгие годы человек был вынужден ограничиться наблюдениями звезд и планет с поверхности Земли. Несмотря на то что летательные аппараты появились довольно давно, выйти

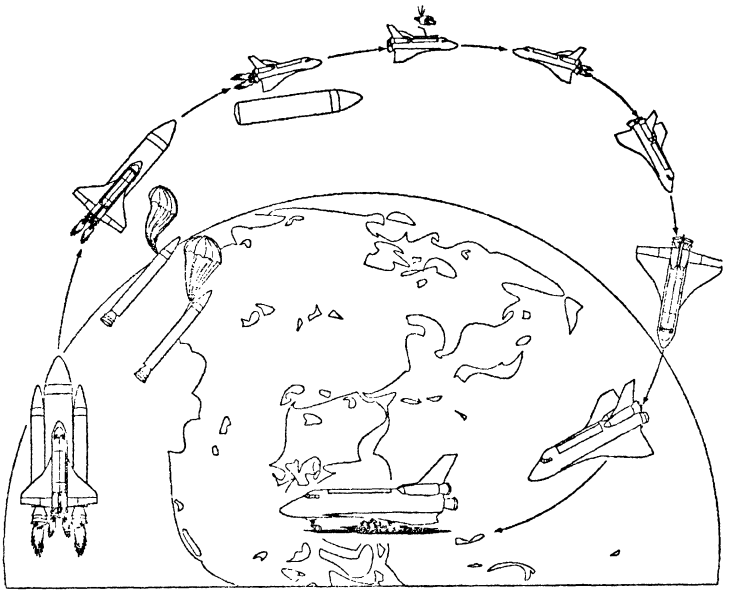


Схема полета корабля многоразового использования

за пределы атмосферы на них было невозможно. Для того чтобы космический корабль мог преодолеть притяжение Земли и вырваться в космос, он должен двигаться с огромной скоростью — более 11 километров в секунду. Современные космические ракеты используют несколько ступеней, которые отделяются по мере того, как в них заканчивается топливо. Топливо в некоторых ступенях заканчивается всего через несколько минут после старта, так как расходуется очень быстро.

Корабли многоразового использования позволяют, заменив лишь некоторые детали, снова отправиться в космос. Как и в обычных

кораблях, для старта используется несколько ступеней, а модуль, в котором находится экипаж, выполнивший работу на орбите Земли, возвращается на Землю, как самолет.

Первые ракеты появились в древности несколько столетий назад, но служили для запуска фейерверков. Использование реактивных ракет для космических исследований началось в XX веке. Начало космической эры было положено русским ученым Циолковским.

Как и многие другие мирные изобретения, ракеты были использованы военными. Сегодня ракетные и космические войска играют важнейшую роль в мировой расстановке сил.

Большая часть космических ракет, стартующих с Земли, взлетает без людей на борту и служит для запуска искусственных спутников, которые обеспечивают работу телевидения, связь, прогнозы погоды, создание точных

Схема полета космической ракеты

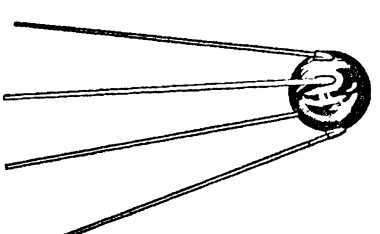
карт и многие другие дела в современном мире, без которых человек уже не может обойтись.

Самая большая скорость, с которой когда-либо двигался человек, превышает 35 000 километров в час. Рекордсменами стали члены экипажа одной из американских космических экспедиций «Аполлон».

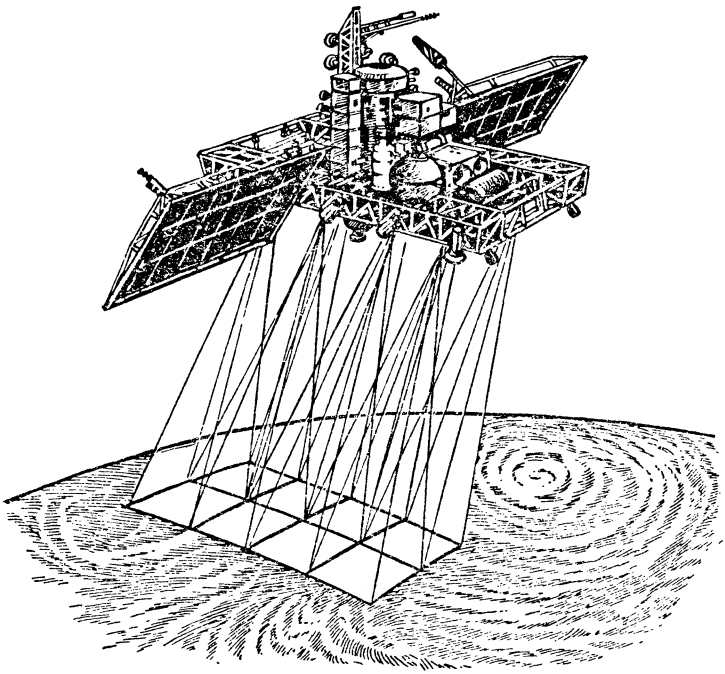
ЗАЧЕМ НУЖНЫ СПУТНИКИ?

Первый спутник был выведен на орбиту Земли в 1957 году. С тех пор в космосе оказалось уже несколько тысяч спутников. Число рукотворных космических объектов в космосе приближается к десяти тысячам. Значительную часть их составляют остатки космических ракет.

Спутники работают на орбите без экипажа. Управление ими и передача собранной ими информации осуществляются при помощи радиосигналов. Спутники выводятся на орбиту специальными ракетами, после чего они двигаются на такой высоте и с такой скоростью, чтобы не войти в атмосферу Земли и не сгореть от



Один из первых спутников



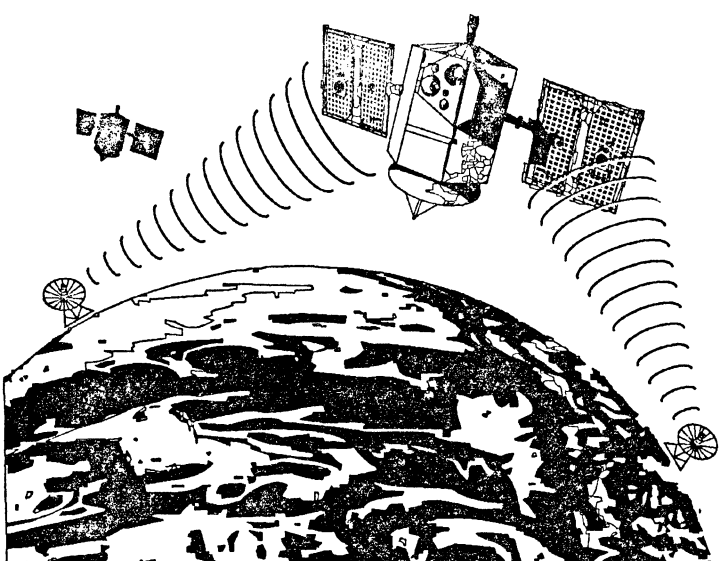
Спутник-шпион

трения о воздух. Для того чтобы вносить поправки в путь спутника, некоторые из них снабжены небольшими двигателями. Некоторые спутники запускают экипажи космических кораблей, освобождая грузовой отсек своего корабля. Для работы приборов спутники обычно оборудованы солнечными батареями, улавливающими энергию.

Спутники-шпионы собирают информацию о территории возможного военного противника. Они настолько совершенны, что способны обнаружить на Земле предмет размером всего

несколько сантиметров. Некоторые спутники двигаются над одной и той же точкой земной поверхности, совершая один оборот вокруг земной оси за 24 часа, как и сама Земля. Такие спутники двигаются на высоте нескольких тысяч километров над Землей. Именно они служат для телефонной связи между континентами и передачи телевизионных сигналов.

Прогнозы погоды для всей территории Земли — сегодня обычное явление и никого не удивляют, хотя всего несколько десятилетий назад это было невозможно. Метеоспутники позволяют предупредить людей о стихийных



Современные спутники служат также для телефонной связи между континентами и передачи телевизионных сигналов

бедствиях, таких как ураганы и тайфун, и даже определить температуру морской воды.

Существуют спутники, способные изучать полезные ископаемые, искать нефть и исследовать растительный покров планеты.

ЛЮДИ В КОСМОСЕ

Имя человека, впервые оказавшегося в космосе, знают во всем мире. Юрий Гагарин провел 12 апреля 1961 года в космическом корабле «Восток-1» почти два часа. Первый корабль был очень маленьким. Сегодняшние станции гораздо комфортнее и позволяют космонавтам жить на борту станции несколько месяцев без скафандров.

Всего за 40 лет космических полетов человек вышел в открытый космос, побывал на Луне и провел множество уникальных экспериментов. В космосе побывало несколько сотен человек, а 12 из них посетили Луну. Самый старый космонавт попал в космос в возрасте 77 лет. Первым живым существом, совершившим космическое путешествие, стал не человек, а собака.

Жизнь на космической станции сильно отличается от земной. Прежде всего, особые условия создает невесомость. Сон, питание, работа, посещение туалета превращаются в сложные задачи, требующие специального оборудования. Для питания космонавтов используется

Алексей Леонов в открытом космосе

специально приготовленная консервированная пища.

Успешный выход человека на поверхность Луны состоялся 16 июля 1969 года. Эти знаменитые шаги сделали американские астронавты Армстронг и Олдрин. Еще один космонавт ждал их на лунной орбите, откуда они все вместе вернулись домой, установив на Луне флаг и собрав образцы грунта. В дальнейшем было проведено еще несколько успешных экспедиций, во время одной из них экипаж прожил на Луне более трех дней.

Впервые в космосе за пределами космического корабля оказался Алексей Леонов.

В традиции русских космических путешествий входит приземление на сушу, американские астронавты обычно опускаются в океан.

ДОЛГАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ

Несмотря на то что жизнь в невесомости оказывает влияние на работу сердца и мышц, было доказано, что человек способен жить на орбите Земли достаточно долгое время. Валерий Поляков провел на станции «Мир» без перерыва более 400 дней, а Сергей Авдеев в течение трех экспедиций прожил в космосе в общей сложности более 700 дней. Это рекордно долгий срок, который кто-либо провел за пределами Земли.

ЧТО ВПЕРЕДИ?

Прошло более 40 лет с тех пор, как человек активно занялся исследованием космоса. Современные космические исследования требуют больших затрат, и правительства готовы платить такие деньги либо ради увеличения мощности своих космических вооружений, либо для запуска коммерческих спутников, приносящих доход. Тем не менее благодаря усилиям нескольких государств развитие научных программ продолжается.

Вероятно, через несколько десятилетий станет возможным строительство космических гостиниц, и одной из доходных статей космических исследований станет космический туризм. Существуют также планы исследований Плутона и запуска станций, которые могли бы

отыскать планеты вблизи других звезд, при этом нельзя исключить, что будут обнаружены планеты земного типа. Достичь дальних пределов может помочь солнечный ветер, если удастся сконструировать «солнечный парус», который позволит использовать эту энергию.

Несколько стран готовятся к более подробным исследованиям Марса и поискам на этой планете воды.

Довольно серьезной проблемой в освоении космоса может стать мусор, накопившийся на орбите Земли за годы запусков космических ракет. Уничтожение мусора может быть проведено с помощью специальных лазеров.

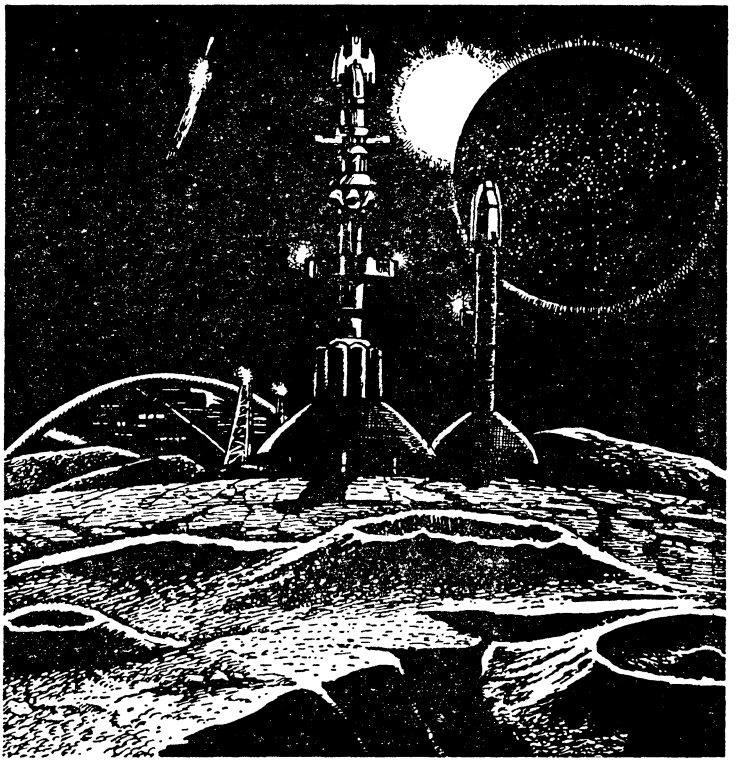
Многие годы человека не покидает мысль, что, возможно, где-то в космосе существуют другие разумные существа. Бесчисленное количество энтузиастов объединяются в международные организации, но до нынешнего момента их деятельность не обеспечила доказательств того, что мы не одиноки во Вселенной.

Вероятно, космические исследования позволят организовать производство новых материалов, получение которых на Земле невозможно, например кристаллов. Запасы полезных ископаемых, которые подходят к концу, могут вынудить людей добывать руду на других планетах и научиться использовать энергию Солнца в космосе.

Кажется, потребуется не так уж много времени для того, чтобы стало возможным орга-

«Солнечный парус»

низовать поселение на Марсе. Во всяком случае, на современном уровне развития науки существенных технических препятствий для этого нет. Прежде всего потребуется большая подготовительная работа на Марсе, которую должны выполнить беспилотные аппараты до прибытия астронавтов. Проблемы получения энергии могут быть решены прямо на Марсе. Для работы на этой планете, видимо, необходимы более легкие скафандры, так как сила



Возможно, так будет выглядеть космодром на Луне

тяжести там больше, чем на Луне, и тяжелый скафандр сильно затруднит движение.

Отсутствие на Лунс атмосферы делает ее прекрасным местом для строительства обсерваторий и промежуточных космодромов для старта космических кораблей, отправляющихся в далекие путешествия. Возможно также, что на Луне удастся организовать добычу полезных ископаемых или туризм. Для осу-

ществления этих проектов, скорее всего, будет выбран Южный полюс Луны, так как он постоянно освещен Солнцем, что обеспечит круглосуточную работу солнечных батарей.

Не исключено, что при обнаружении достаточного количества воды, нахождении способа выработки воздуха и переноса микроорганизмов Марс удастся приспособить для жизни людей, даже если это займет несколько тысяч лет. Необходимость в этом, видимо, возникнет, так как рост населения планеты уже сейчас слишком быстрый, и вскоре Земля просто не сможет прокормить всех родившихся людей. Для того чтобы освоение других планет стало возможным, необходимо научиться использовать полезные ископаемые, найденные на месте будущей колонии.

ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

абсолютный нуль 261
айсберг 71
Америго Веспуччи 180
Амундсен Руал 193, 195
Андрэ Соломон 192
астероид 349
астрономическая единица 331
астрономия 325, 326
атмосфера 15, 52, 111
атом 246, 247, 248, 292
афелий 330

Б

бактерии 82, 83, 86, 112, 148
Беллинсгаузен Фаддей 183
белые карлики 359
белые ночи 35
Беринг Витус 184
беспозвоночные животные 132
биосфера 15
биотоп 127
бриз 79
броуновское движение 258

В

вакуоль 120
вакуум 222
Васко да Гама 179
вегетативное размножение 124
Венера 338
вечная мерзлота 100
взвесь 55
вид 145
високосный год 34
влажность 281
вода 52, 266
— минеральная 54
— пресная 53
водопад 75
водоросли 63, 116
возгонка 272
ворот 242
Вселенная 363
вулкан 18, 24
выветривание 38

Г

газ 42
Галактика 354, 365, 367, 369
гейзер 26, 27
географические координаты 170

геологи 42
гидропоника 86
гидросфера 15, 16, 54
Гольфстрим 69
горизонты почвенные 84, 85
горные породы 17, 35
— базальт 36
— глинистые сланцы 37
— гранит 36
— известняки 36
— магматические 36
— метаморфические 37
— осадочные 36
— песчаники 37
горы 49, 50
гравитация 336
Гринвичский меридиан 171
гумус 82

Д

давление 216, 217
двойные звезды 353
дни зимнего и летнего солнцестояния 34
джунгли 89
динозавры 157, 159
дни весеннего и осеннего равноденствия 34
долгота 171

Е

естественные науки 45
естественный отбор 144
естествознание 5

Ж, З

железо 41
землетрясение 21
земная кора 18
земная ось 28
зоопланктон 65

И

иглу 189
излучение 277
инерция 230, 232
инструменты 12
ископаемые остатки 40
испарение 56

К

каменный уголь 92
карта 169
квазары 369
кислород 61
класс 146
клетка 118
клин 243
колибри 92
Колумб Христофор 179
кометы 351
компас 33
конвекция 274
континент 18, 179
Коперник 327
коралловые полипы 66
красные гиганты 359
криптозой 152
круговорот воды в природе 57
Кук Джеймс 183, 194

Л

лава 25, 51
Лазарев Михаил 183
ледник 73
лианы 89
литораль 69
литоральные ванны 69
литосфера 15
литосферные плиты 19, 22, 26, 49
Ломоносов М. В. 185
лоции 177

М

Магеллан Фернан 180
магма 24, 51
магнитное поле 305
магнитные полюса 305
мантия 16, 17, 18, 22
Марианский желоб 202
Марко Поло 178
Марс 340, 286, 389
масштаб 169
материк 18
Меркурий 336
метеор 349
метеорит 349
миграции 138, 141
Миклухо-Маклай Н. Н. 186
минералы 38
Мировой океан 53, 65
млекопитающие 138
Млечный Путь 368, 370
молекула 251
молния 295
морена 73
мощность 237

Н

наблюдения 11
навигация 174
Нансен Фритьоф 191
насекомые 80, 132
наследственность
насыщенный пар 270
Нептун 347
нефть 42
Нобиле Умберто 192

О

облака 56, 284
овраг 47
озера 76, 268
океан 198
оползень 23
опыление перекрестное 115
орбита 330
отлив 69

П

палеозой 152
Пангея 20
паразиты 135
перегной 82
перигелий 330
печеночные мхи 155
Пири Роберт 191
планета 332
планктон 65
пластиды 120
пойма 129
покровный ледник 71
полезные ископаемые 16, 42, 45

Полярная звезда 27, 32
полярное сияние 371
почва 82, 154
пояс астероидов 329, 350
преломление света 311
пресмыкающиеся 157, 158
Пржевальский Н. М. 186
приборы 13, 14
прилив 69
природа 9
протозвезда 358
Птолемей 326
пульсар 362, 363
пульсирующие звезды 354
пустыня 86, 103, 104

Р

работа 236, 237
равнины 45
радиоактивные вещества 108
раствор 55
растительноядные 134
река 74
рептилии 157
род 145
рыбы 140

С

Сатурн 345
сверхновая 354, 361
Северный полюс 191
сейсмическая зона 23
секвойя 109, 110
семейство 145
Семенов-Тян-Шанский П. П. 186
сила поверхностного натяжения 254
синие гиганты 361
смерч 286
созвездия 372
солнечная корона 356
Солнечная система 328
солнечная туманность 328
солнечное затмение 356
Солнце 353, 355
сопротивление 308
сорусы 122
спорангии 122
споры 122
спутник, или луна 332
спячка 104
степь 99

Т

тайга 93
тайфун 287
теплокровные 158
теплопроводность 275
течения 70
ткань 118, 133
торнадо 286
торосы 190
туманность 357
тундра 100
ураган 287

У

Уран 346
уровень моря 46, 169

ускорение 214
устьица 56

Ф

фазы Луны 335
фауна 40
физика 205
фитопланктон 65
флора 40
фотосинтез 112, 113

Х

химические соединения 251
хищники 131

Ц

цветковые растения 114
цитоплазма 119
цунами 21

Ч

часы 31
— водяные 31
— песочные 31
— солнечные 31
человек
— разумный 161
— умелый 161
человекообразные обезьяны 160
черные дыры 359

Ш

шельф 67
широта 170

Э

эволюция 143
экосистема 148
электрон 290
элементы 250
энергия 238
эпифиты 90
эпицентр 23
эхолот 67

Ю

Южный Полярный круг
Юпитер 343

Я

явления 9
— сезонные 10
ядро атома 292
ядро Земли 17, 18, 166
ядро клетки 120

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

ПРИРОДА

Что такое природа? 9
Инструменты естествоиспытателя 11
Как устроена Земля? 15
Что такое землетрясение? 21
Как устроен вулкан? 24
Полярная звезда и вращение Земли 27
Как измерять время? 30
Что связывает орбиту Земли и год? 34
Из чего состоит земная кора? 35
Как узнать о прошлом? 39
Что мы ищем в Земле? 41
Какая бывает суша? 45
Как растут горы? 49
Откуда появились вода и воздух? 51
Мировой океан 53
Путь воды 56

ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЕ

Жизнь в воде 61
Жизнь между мирами 62
Как устроено морское дно? 67
Как движется вода? 68
Что такое ледники? 71
Что такое реки? 74
Как образуются озера? 76
Как работает бриз? 78
Что такое почва? 81
Жизнь на экваторе 89

Какие бывают леса? 93
Степи 99
Жизнь в тундре 100
В песках 103
Где живут люди? 105
Как изучать прошлое Земли? 106
Сколько живут живые существа? 109
Как живут растения? 112
Что такое клетки? 118
Что значит вести растительное существование? 121
Солнце и жизнь. 125
Этажи леса 127
Какие бывают животные? 130
Как устроены животные? 132
Теплый снег 136
Миграции животных 138
Как меняются организмы? 142
Что такое вид? 145
Как появилась жизнь? 146
Как возникли многоклеточные организмы? 150
Как заселили пресные воды? 153
Как заселили сушу? 154
Как позвоночные выбрались на сушу? 156
В глубь континентов 158
Почему вымерли динозавры? 159
Как появились люди? 160

НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Что такое география? 165
Географические карты 169
Древняя география 172
Золотые имена географии 178
Ускользающие континенты 182
В глубь Африки 183
Поиски пределов 184
Полярные путешествия 187

Держи на Север! 191
Горы не для всех 196
Океаны 198
Подводные исследования 199

УСТРОЙСТВО МИРА

Что такое физика? 205
Как работает голова ученого? 205
Как измерить все на свете? 207
Что такое сила? 208
Что такое вес? 209
Что такое трение? 211
Кто быстрее падает? 213
Давление жидкости 216
О чем кричал Архимед 217
Что такое давление газов? 219
Сила и победа 225
Как не падать в автобусе 228
Открытия Ньютона 230
Как летают брошенные тела 234
Работа 236
Какая бывает энергия? 238
Механизмы, которые придумал человек 239
Как работают ременная и зубчатая передачи? 244
Как устроено вещество? 246
Что такое элементы? 250
Что такое молекулы? 251
Как действует сила поверхностного натяжения? 253
Привет участникам броуновского движения! 258
Откуда мы берем энергию? 259
Что происходит при нагреве и охлаждении? 261
Расширение и сжатие 265
Как сделать шкалу для термометра? 266
Что такое теплоемкость? 267

Как испаряется вода? 269
Как кипит вода? 272
Как работает холодильник? 273
Как путешествует тепло? 273
Как греет Солнце? 277
Как связаны тепло и работа? 278
Как устроена паровая машина? 279
Что такое влажность? 281
Как Солнце влияет на погоду? 282
Как возникают бури? 286
Что такое звук? 288
Что такое электричество? 290
Что находится внутри атомов? 291
Как сохранить электричество? 293
Что такое молния? 295
Как работают магниты? 300
Магниты и металлы 304
Как получить электричество? 306
Как ток идет по проводам? 308
Что такое свет? 308
Ньютон и свет 310
Хорошее зрение 314
Расстояние и обзор 316
Что такое цвет? 317
Что такое радуга? 321

КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО

Что такое астрономия? 325
Как устроена Солнечная система? 328
Что такое день и год? 330
Космические расстояния 330
Велика ли Солнечная система? 332
Тепло ли на Луне? 333
Что такое фазы Луны? 334
Первый от Солнца 336
Утренняя звезда — это планета? 338
Красная планета 340
Самая большая планета 343

Кольца гиганта 345
Далекие планеты 346
Что такое астероиды? 349
Космические хвосты 351
Сколько на небе звезд? 352
Сила Солнца 354
Жизнь звезды 357
Как умирают звезды 359
Невидимые открытия 361
Вселенная — все, что есть 363
Почему галактики не разлетаются? 365
Темное вещество 366
Где мы? 367
Как наблюдать звезды? 370
Что такое созвездие? 372
Как устроен телескоп? 372
Телескопы без линз и зеркал 376
Как попасть в космос? 377
Зачем нужны спутники? 380
Люди в космосе 383
Долгая космическая жизнь 385
Что впереди? 385
Предметно-именной указатель 390

ISBN 5-17-016242-1

9 785170 162420

ИЗДАТЕЛЬСТВО